

ENTREZ DANS...

LES AVIONS



GRÜND

AVEC
QUATRE
TRANSPARENTS

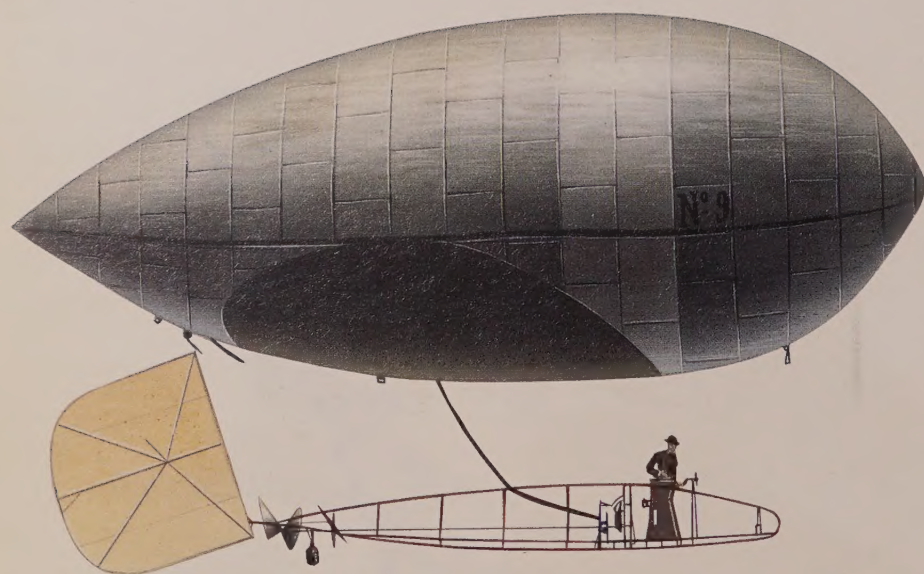


ENTREZ DANS...

LES AVIONS



DISCARDED



Adaptation française: Jean-Pierre Dauliac
Secrétariat d'édition: Luc-Édouard Gonot

Texte original: Chris Oxlade

Illustrations: Leonello Calvetti, Lorenzo Cecchi, Studio Stalio (Alessandro Cantucci, Fabiano Fabbrucci, Andrea Morandi)

Photos page 12 : © NASA



© 2005 Éditions Gründ pour l'édition française

www.grund.fr

© 2004 McRae Books Srl, Florence (Italie) pour l'édition originale
sous le titre *Airplanes*

ISBN 2-7000-1191-0

Dépôt légal: août 2005

Photocomposition: I.G.S. – Charente photogravure

Imprimé en Italie

Loi n° 49-956 du 16 juillet 1949 sur les publications destinées à la jeunesse

GARANTIE DE L'ÉDITEUR

Malgré tous les soins apportés à la fabrication, il est malheureusement possible que cet ouvrage comporte un défaut d'impression ou de façonnage. Dans ce cas, il vous sera échangé sans frais. Veuillez à cet effet le rapporter au libraire qui vous l'a vendu ou nous écrire à l'adresse ci-dessous en nous précisant la nature du défaut constaté. Dans l'un ou l'autre cas, il sera immédiatement fait droit à votre réclamation.

Éditions Gründ – 60, rue Mazarine – 75006 Paris

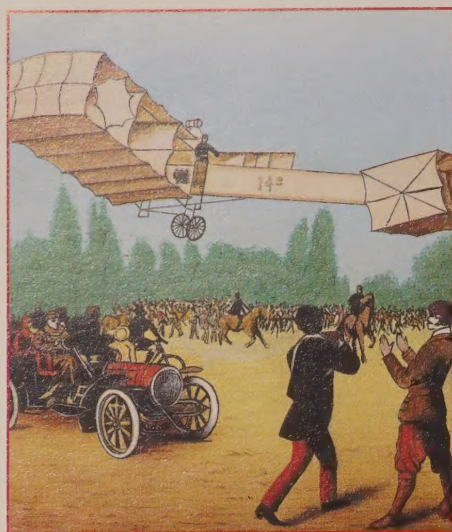


ENTREZ DANS...

LES AVIONS



GRÜND



Premiers pas vers le ciel, p. 13



La vitesse avant tout, p. 32



Aux commandes p. 44

Sommaire

Introduction	7
Comment voler ?	8
Les dirigeables	10
Premiers pas vers le ciel	12
La Première Guerre mondiale	14
Pilotes de grand raid	16
Débuts des lignes aériennes	18
Les premiers hydravions	20
Les avions de chasse 1939-1945	22
La turbine à réaction	24
Les bombardiers 1939-1945	26
L'aviation commerciale	28
La guerre froide	30
La vitesse avant tout	32
Les gros porteurs	34
Le Vietnam et après	36
Les avions d'aujourd'hui	38
La future génération	40
Hélicoptères	42
Aux commandes	44
Index	46

Introduction

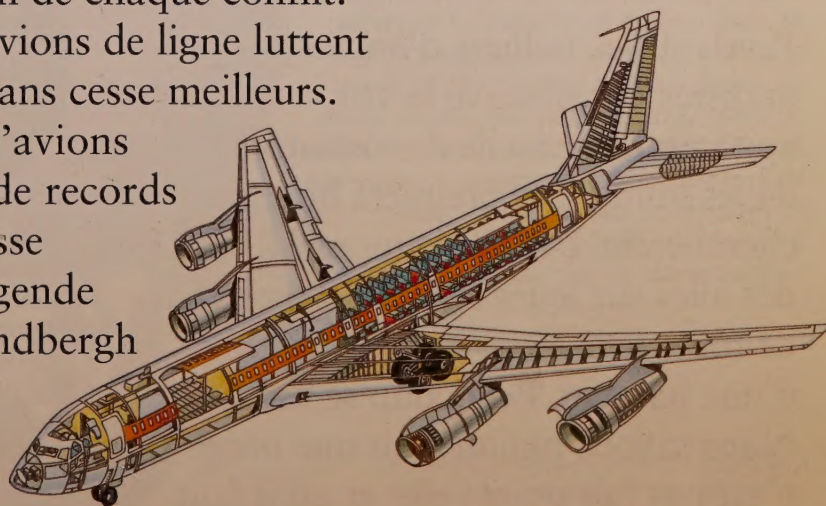
Un grand ciel bleu strié de longues traînées de vapeur blanche précédées chacune d'un point minuscule est une vision familière de nos jours. Les avions jouent maintenant un rôle capital dans toutes les activités humaines. Chaque jour, des millions de passagers embarquent dans des avions de ligne pour le travail ou pour les loisirs. Des avions cargo transportent des marchandises et des colis urgents partout dans le monde et des avions militaires patrouillent, combattent, livrent du matériel ou participent à la lutte contre les catastrophes naturelles.



Un avion est une machine volante à voilure fixe, un hélicoptère, à voilure tournante. Il y a seulement un siècle, ces machines telles que nous les connaissons aujourd'hui n'existaient pas. Les premiers hommes volants, qui avaient quitté la terre ferme il y a un peu plus de deux cents ans, montaient dans des appareils plus légers que l'air, des ballons gonflés d'air chaud, puis d'hydrogène. On fit ensuite des ballons dirigeables, plus grands, mais incapables d'emmener beaucoup de passagers. Peu après son apparition, l'avion grandit, s'éleva de plus en plus haut, vola de plus en plus vite. Les deux guerres mondiales, puis la guerre froide accélérèrent ses progrès, chaque pays voulant avoir de meilleurs avions que ceux de ses ennemis. Beaucoup d'argent et d'efforts furent dépensés pour mettre au point de nouvelles techniques comme la turbine à réaction et le radar. Ces technologies nouvelles furent vite appliquées aux avions de ligne dès la fin de chaque conflit. En temps de paix, les constructeurs d'avions de ligne luttent pour produire et vendre des appareils sans cesse meilleurs.



L'histoire de l'aviation est celle aussi d'avions célèbres et de leurs pilotes détenteurs de records d'altitude, de vitesse, de durée sans cesse battus. D'autres sont entrés dans la légende pour leurs exploits comme Charles Lindbergh ou pour leur héroïsme au combat comme Georges Guynemer ou le « Baron Rouge ». Tous ont fait l'histoire de ce monde fascinant qu'est l'aviation.



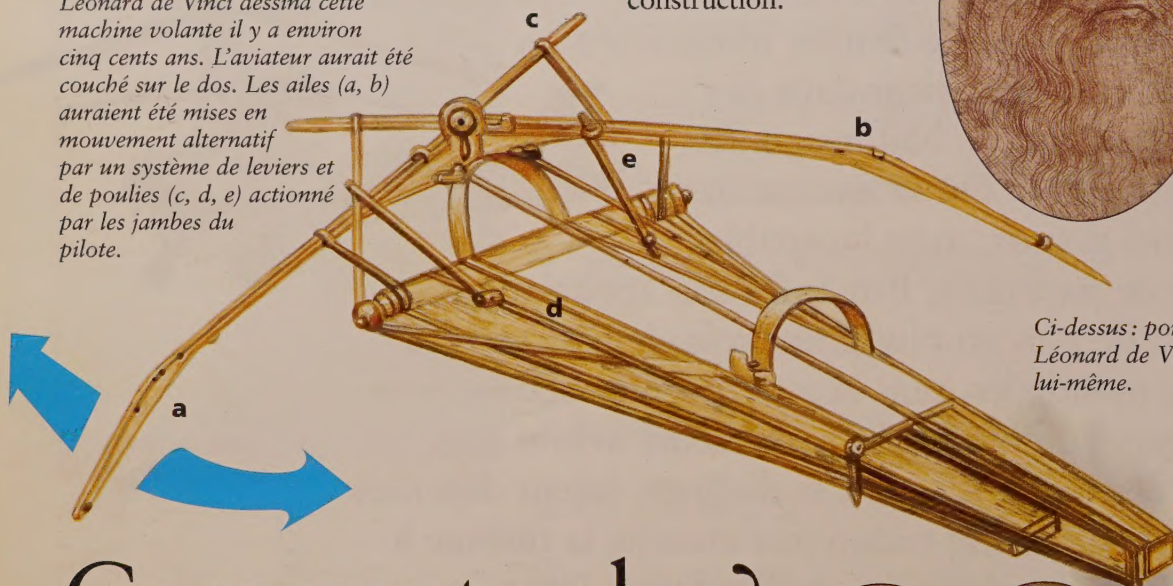
Les vols légendaires

Les mythes et les légendes de l'antiquité parlent d'hommes volant comme des oiseaux. Dans le célèbre mythe grec, Dédale et son fils Icare, retenus prisonniers dans l'île de Crète, s'échappèrent grâce à des ailes fabriquées par Dédale avec des plumes fixées par de la cire. « Ne vole par trop près du soleil car il ferait fondre la cire » dit Dédale à son fils. Mais Icare grisé par le vol s'éleva toujours plus haut. La cire fondit, ses ailes se désintégrèrent et Icare tomba dans la mer où il se noya.

Léonard de Vinci

Peintre et savant italien, Léonard de Vinci (1452-1519) exécuta des centaines de croquis d'appareils dont plusieurs machines volantes, un parachute, un hélicoptère doté d'un rotor en forme de grande vis et un ornithoptère. L'ornithoptère était un appareil à ailes battantes mises en mouvement par le pilote lui-même. On ignore si Léonard de Vinci en commença la construction.

Léonard de Vinci dessina cette machine volante il y a environ cinq cents ans. L'aviateur aurait été couché sur le dos. Les ailes (a, b) auraient été mises en mouvement alternatif par un système de leviers et de poulies (c, d, e) actionné par les jambes du pilote.



Ci-dessus: portrait de Léonard de Vinci par lui-même.

Comment voler ?

Pendant des milliers d'années, nos ancêtres ont observé le vol apparemment facile des oiseaux en rêvant de les imiter. Les premiers hommes cherchèrent à en faire autant. Ils fixèrent des ailes sur leurs bras et les agitèrent de toute leur force en s'élançant d'une hauteur. Beaucoup se tuèrent. Nous savons maintenant que notre corps n'est pas fait pour voler et qu'il faut une machine pour quitter le sol.



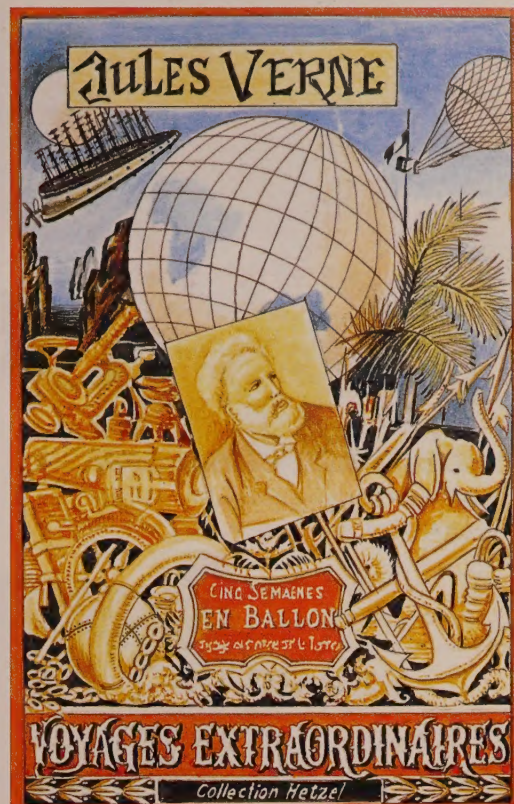
Joseph (à droite) et Étienne Montgolfier

Les frères Montgolfier

Les frères Joseph et Étienne Montgolfier, fabricants de papier, sont célèbres pour avoir inventé les ballons à air chaud appelés montgolfières. En regardant des bouts de papier s'élever au-dessus d'un feu, Joseph comprit que s'il était possible d'enfermer l'air chaud dans un globe, celui-ci pourrait s'élever. Les deux frères commencèrent aussitôt à fabriquer de petits ballons en papier, puis en tissu, de plus en plus grands. Le 21 novembre 1783, un savant, François Pilâtre de Rozier et François d'Arlandes, ami des Montgolfier, s'élevèrent dans le ciel de Paris sous un ballon à air chaud. Leur vol dura 25 minutes.



À droite: couverture du roman de Jules Verne Cinq semaines en ballon dans l'édition Hetzel richement illustrée. C'est l'un des soixante-deux Voyages extraordinaires écrits par le grand romancier dans la seconde moitié du XIX^e siècle.



COMMENT S'ÉLÈVE UN BALLON ?

Dans une montgolfière, l'enveloppe est remplie d'air réchauffé. L'air chaud est moins dense que l'air froid. Le ballon peut donc flotter dans l'atmosphère en supportant le poids d'une nacelle. Des gaz plus légers que l'air comme l'hydrogène ou l'hélium peuvent remplacer l'air chaud. On appelle les ballons et les dirigeables les plus-légers-que-l'air.

La traversée aérienne de la Manche

Jean-Pierre Blanchard (1753-1809) fut un des premiers grands aéronautes français. Il utilisait des ballons à hydrogène inventés à la même époque que les montgolfières.

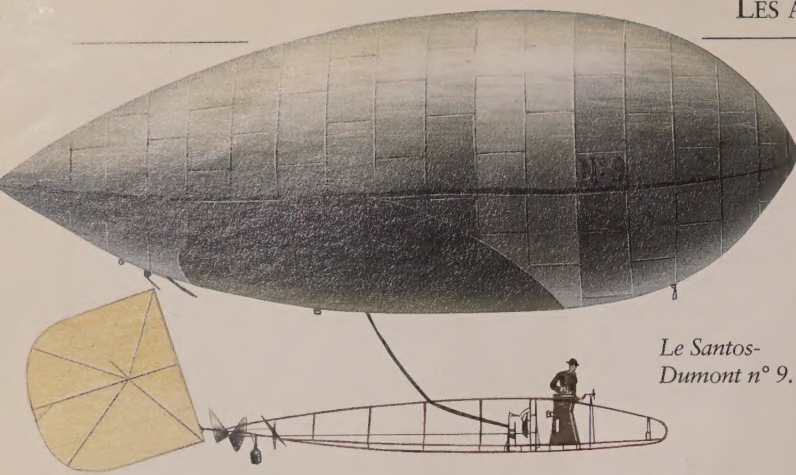
Après quelques essais, il se proposa de traverser la Manche en ballon. Avec un Anglais, John Jeffries, il s'éleva le 7 janvier 1785. Durant les deux heures et demie du vol, une fuite de gaz se déclara.

Les voyageurs durent jeter tout ce qu'ils pouvaient y compris leurs vêtements pour alléger le ballon. Au moment où ils allaient toucher l'eau, une brise les poussa vers la côte française.



Ci-dessus: le ballon des Montgolfier mesurait 21 mètres de haut sur 12 mètres de diamètre.

À gauche: Blanchard et Jeffries à bord de leur ballon ne jetèrent pas tout par-dessus bord: ils apportèrent le premier courrier international livré par air.



Le Santos-Dumont n° 9.

Les premiers dirigeables

Le premier ballon dirigeable fut construit en 1852 par le Français Henri Giffard, mais sa lourde machine à vapeur était trop peu puissante. L'invention des moteurs à combustion interne (à essence) permit de construire des dirigeables plus pratiques. Le Brésilien de Paris Alberto Santos-Dumont (1873-1932) construisit une série de ballons remplis d'hydrogène et motorisés. En 1900, il gagna un prix avec son appareil n° 6 en réussissant à contourner la tour Eiffel et à revenir à son point de départ après un trajet contrôlé de 12 km. En Allemagne, von Zeppelin fonda sa société de construction en 1898. Il choisit de fabriquer des dirigeables rigides dotés d'une structure en métal. Son premier appareil, le LZ1, vola en 1900, mais sa manœuvre était difficile.

Ci-dessous: le Hindenburg survole Manhattan, New York, en 1936. Ce fut le plus grand dirigeable jamais construit.



Les dirigeables

Les ballons du XVIII^e et du début du XIX^e siècles permettaient de voler, mais sans véritable contrôle de la direction. Le vent les poussait toujours dans sa direction. Le dirigeable parut apporter une réponse à ce problème. Il s'agissait d'un ballon muni de gouvernes, d'une hélice et d'un moteur. Le dirigeable connut son apogée dans les années trente quand d'immenses appareils purent transporter confortablement des passagers d'un continent à l'autre. Les plus réussis furent les zeppelins allemands construits par le comte Ferdinand von Zeppelin.



La couverture de ce magazine illustré des années 1900 montre le ciel de Paris rempli d'aérostats.

Les passagers étaient à leur aise. Ils passaient la journée dans un salon-observatoire et dormaient dans de confortables couchettes.

Le tour du monde

En 1909, von Zeppelin fonda la DELAG, première compagnie aérienne du monde. En 1929, l'immense dirigeable Graf Zeppelin commença d'effectuer un service transatlantique régulier. Il emmenait

39 passagers sans escale d'Allemagne à New York.

Pour promouvoir ce mode de transport, von Zeppelin effectua le premier tour du monde aérien sans escale en 29 jours.



Le Hindenburg

En 1936, un nouveau zeppelin prit l'air. Le LZ 129 baptisé *Hindenburg*, du nom de l'ancien Chancelier d'Allemagne, était long de 245 m soit plus de deux fois la taille d'un terrain de football. Il pouvait emmener 70 passagers répartis sur deux ponts. Ses quatre moteurs Diesel le propulsaient à 145 km/h au-dessus de l'Atlantique entre l'Allemagne et le Brésil et les États-Unis. La catastrophe de 1937 mit fin à l'utilisation des dirigeables à hydrogène.

Un navire aérien

Les grands dirigeables comme le *Graf Zeppelin* et le *Hindenburg* avaient une structure rigide en aluminium contenant des ballonnets remplis d'hydrogène. Les ponts destinés aux passagers étaient situés au bas de cette structure ou accrochés au-dessous en nacelle. Malgré leur vitesse triple de celle des paquebots, une traversée de l'Atlantique demandait au moins deux jours entiers.

Le Hindenburg prit feu le 6 mai 1937 au moment d'accrocher son mât d'amarrage à Lakehurst (New Jersey). Trente-cinq passagers et membres d'équipage périrent. Miraculeusement, il y eut soixante-deux survivants.



Premiers pas vers le ciel



Les connaissances acquises par Sir George Cayley (à droite) et l'ingénieur allemand Otto Lilienthal (ci-dessus) furent très utiles aux chercheurs ultérieurs tels que les frères Wright.



Les planeurs

Le savant anglais Sir George Cayley (1773-1857) et l'ingénieur allemand Otto Lilienthal (1848-1896) furent les deux grands pionniers du vol sans moteur. Cayley fut le premier à comprendre les principes de base de la sustentation. En 1849, un garçonnet de dix ans décolla pour la première fois à bord d'un plus-lourd-que-l'air construit par Cayley. Lilienthal effectua plus de 2 000 vols avec ses planeurs. Suspendu sous les ailes, il s'élançait d'une colline, décollait et se dirigeait en déplaçant le poids de son corps. Il se tua quand son planeur échappant à son contrôle s'écrasa au sol.



Ci-dessus et ci-dessous: le Flyer décolle pour la première fois avec Orville Wright aux commandes pour un vol de douze secondes.

Pour devenir un moyen de transport utilisable, la machine volante devait être capable d'assurer des vols soutenus et contrôlés. La solution alternative aux ballons et aux dirigeables était l'appareil plus lourd que l'air, mais motorisé que le pilote pouvait diriger à son gré dans les plans vertical et horizontal. Le premier vol contrôlé et soutenu fut réalisé en 1903 par le Flyer des frères Wright. Quelques machines avaient déjà quitté le sol avant lui, mais il ne s'agissait que de brefs sauts incontrôlés.



Samuel Langley faillit précéder les Wright dans la réalisation du premier vol soutenu et contrôlé.

La course aux nuages

À la fin des années 1890, les candidats au premier vol contrôlé étaient nombreux en Europe comme aux États-Unis. Parmi eux, le savant américain Samuel Langley (1834-1906) construisit plusieurs maquettes d'aéroplanes dont l'une, équipée d'un moteur à essence, effectua un vol soutenu. Fort de cette réussite, Langley construisit un aéroplane en vraie grandeur, qu'il appela *Aerodrome*, avec lequel il essaya un vol lancé au-dessus du fleuve Potomac (à Washington) en octobre 1903. Le mécanisme de lancement cassa et l'appareil plongea dans l'eau. En même temps, en Caroline du Nord, les frères Wilbur (1867-1912) et Orville (1871-1948) Wright, fabricants de bicyclettes, venaient de consacrer quatre années à expérimenter des cerfs-volants et des planeurs. Ils avaient réussi à concevoir des ailes efficaces et des gouvernes permettant de monter, descendre et tourner. Ils avaient même construit leur propre moteur à essence. Le 17 décembre 1903, le *Wright Flyer* réussit le premier vol soutenu et contrôlé de l'histoire.

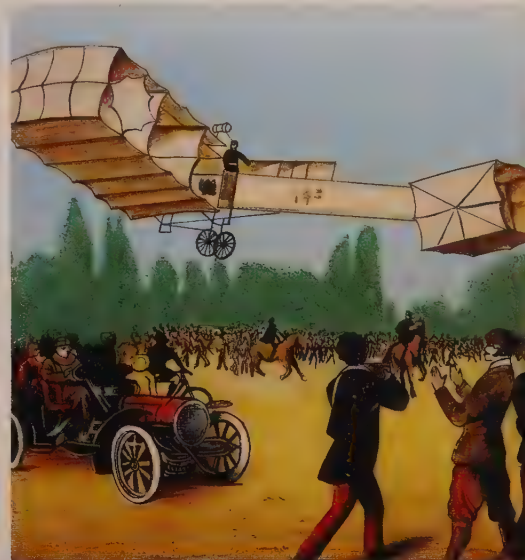




Europe vole

Il fallut attendre près de trois années après le vol des Wright pour qu'une performance semblable fût réalisée en Europe. L'auteur en fut l'aéronaute Alberto Santos-Dumont, pionnier du dirigeable, qui était passé peu à peu du ballon au plus-lourd-que l'air. En octobre 1906, Santos-Dumont avec son aéroplane 14-bis vola sur 60 mètres, puis sur 220 mètres en novembre gagnant au passage un prix offert par le jeune Aéro-Club de France. Autre nom célèbre dans l'histoire de l'aviation, Louis Blériot, après une série d'échecs et de chutes, construisit un aéroplane monoplane (une seule paire d'ailes) avec un moteur à l'avant et des gouvernes de profondeur et de direction à l'arrière. Cette configuration est toujours celle des avions à hélice actuels. En juillet 1909, il réussit à traverser la Manche de Calais à Douvres avec son Blériot XI monoplane gagnant le prix de 1 000 livres offert par le journal *Daily Mail*. Ce vol de 32 minutes fit de Blériot un héros national.

À gauche : affiche célébrant la première traversée aérienne de la Manche en avion par Louis Blériot en 1909.



À droite : l'aéroplane (type cerf-volant cellulaire) n° 14-bis de Santos-Dumont à Paris.



À gauche : le biplan Curtiss représente bien la technique de l'époque avec sa fine structure en bois et ses ailes entoilées. Le stabilisateur avant contrôlait la montée et la descente et le gouvernail arrière, les virages. Le pilote était assis sur l'aile inférieure à côté du moteur.

Les pionniers américains

Après les Wright, il faut attendre 1908 pour voir Glenn Curtiss (1878-1930) devenir le prochain Américain constructeur d'un aéroplane et voler. En 1910, un aéroplane Curtiss, piloté par Eugene Ely, réussit le premier décollage depuis le pont d'un navire (à droite). Un an après, Ely effectua la manœuvre inverse, plus difficile, consistant à atterrir sur un bateau. La première ligne aérienne du monde, créée aux États-Unis en 1914 entre St. Petersburg et Tampa (Floride), utilisait un hydravion Benoist (à gauche).



La Première Guerre mondiale

Les responsables militaires comprirent très tôt l'utilité des avions en cas de guerre. Les avions furent employés pour la première fois en 1911 lors de la guerre italo-turque. La Grande Guerre entraîna le développement de nouveaux appareils capables de voler plus haut et plus vite.

LA PREMIÈRE GUERRE MONDIALE

Cette guerre mondiale appelée aussi la Grande Guerre se déroula principalement en Europe de 1914 à 1918. D'un côté, la France, le Royaume-Uni, la Russie, l'Italie et les États-Unis étaient appelés les Alliés. De l'autre, l'Allemagne, l'Autriche-Hongrie et la Turquie formaient les Empires Centraux. La cause profonde de la guerre fut l'ambition de l'Allemagne de devenir la plus puissante nation européenne. Sur le front occidental, en France et en Belgique, les soldats vivaient et mouraient dans les tranchées dans des conditions épouvantables. Pour la conquête de quelques mètres de terrains boueux, des millions d'hommes furent tués par balles, obus et gaz toxiques.

Ci-dessous : bombardement d'un village français lors de la Grande Guerre.

À droite : affiche anglaise apprenant à la population à identifier les avions et à prendre les mesures de sécurité nécessaires.



La guerre aérienne

Les militaires entrèrent dans le conflit en 1914 avec très peu ou pas d'expérience de la guerre aérienne. Au début, les avions non armés servirent à la reconnaissance (voir page suivante). Les pilotes et les observateurs emportaient des armes individuelles en cas de rencontre avec un appareil ennemi. Puis des avions armés de mitrailleuses furent mis au point pour éliminer les appareils de reconnaissance ennemis. Ces premiers chasseurs furent vite remplacés par des avions plus rapides et plus manœuvrables. Les pilotes mirent au point des tactiques nouvelles, attaquant par exemple avec le soleil dans le dos pour que l'adversaire soit aveuglé.

Ci-dessus : le Sopwith Camel fut le meilleur appareil de chasse anglais de la Grande Guerre. Il pouvait atteindre 185 km/h. Les Sopwith Camel enregistrèrent environ 1300 victoires en 1917-1918.



Le Baron Rouge

L'un des plus célèbres as de la chasse de la Grande Guerre fut le baron Manfred von Richthofen (1892-1918). Après avoir combattu comme observateur, il choisit de devenir pilote de chasse. Von Richthofen pilota souvent un avion peint en rouge, un triplan Fokker Dr.I, qui lui valut le surnom de « Baron Rouge ». On lui confia le commandement d'un groupe de chasse surnommé « le cirque volant de Richthofen ». Abattu deux fois, il reçut la médaille Pour-le-Mérite avant d'être tué en combat aérien en avril 1918. Il avait obtenu 80 victoires.



Les premiers lâchers de bombes étaient effectués à la main.

Bombes larguées

Au commencement de la guerre de 1914, il n'existait pas de bombes à proprement parler, mais des obus armés et lancés à la main. Le pilote ou l'observateur lâchait le projectile en se penchant hors de son habitacle en visant au jugé. Un coup au but était exceptionnel. Le premier raid de bombardement fut effectué par un appareil allemand sur Paris dès août 1914. En 1915, des zeppelins commencèrent à bombarder Londres. Ces raids servaient aussi à terroriser la population civile. Vers la fin du conflit, on construisit de grands bombardiers comme le Handley Page O/100 anglais ou le Gotha G.Vb allemand qui emportaient plus de bombes.

Observation et reconnaissance

Les vols de reconnaissance représentèrent les missions les plus nombreuses et les plus importantes de la guerre. Les pilotes et les observateurs qui les accompagnaient devaient repérer les positions ennemies et les mouvements de troupe. Ils vérifiaient la précision de l'artillerie amie et réglaient les tirs des batteries au moyen de signaux. Les avions de reconnaissance furent équipés d'appareils photographiques pour prendre des clichés du front. Volant lentement, ils étaient sous la menace des chasseurs ennemis qui cherchaient à les abattre. L'observateur défendait son avion avec une mitrailleuse légère.

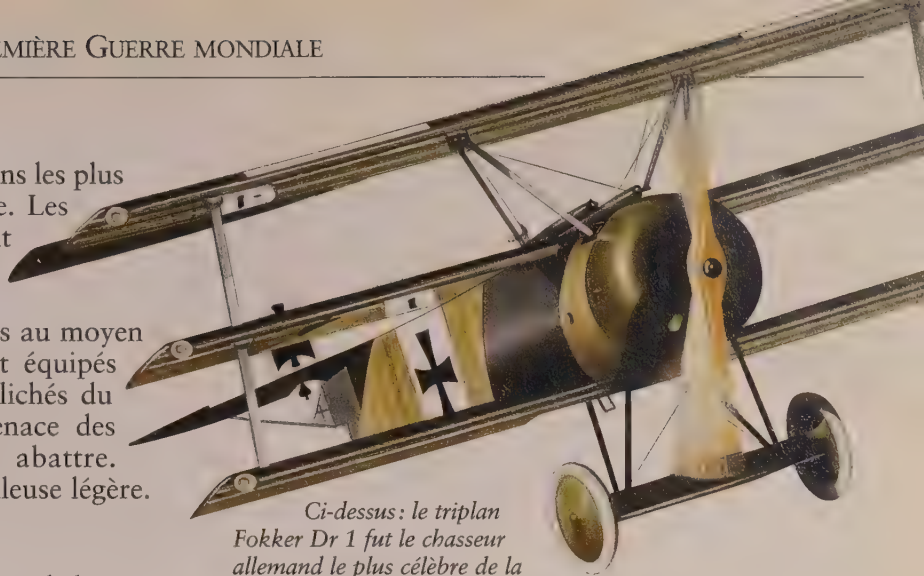
Les as



Toutes les armées aériennes eurent leurs « as de la chasse », titre décerné généralement après cinq victoires. Leur notoriété entretenue servait à remonter le moral des troupes et des civils. L'Anglais

Edward Mannock (73 victoires) voulut devenir chasseur à cause des exploits d'un autre as, Albert Ball. Comme le Français Georges Guynemer (53 victoires officielles), il fut un chasseur impitoyable et méthodique avant d'être abattu en juillet 1918. L'as des as alliés fut le Français René Fonck, tireur exceptionnel, qui abattit officiellement 75 appareils et probablement 52 de plus. Avec 34 victoires, l'Italien Francesco Baracca fut le meilleur pilote italien. Son emblème (ci-dessus), qui fut donné par ses parents en 1929 à Enzo Ferrari, futur constructeur automobile, figure aujourd'hui sur toutes les voitures de la marque.

Un engagement aérien se déroulait souvent sous la forme d'un combat tournoyant (ou combat de chiens, dog fight en anglais). Les pilotes enchaînaient virages et dérapages pour garder l'avion ennemi dans leur ligne de mire.



Ci-dessus: le triplan Fokker Dr 1 fut le chasseur allemand le plus célèbre de la Première Guerre mondiale. Bon grimpeur et très manœuvrant, il était difficile de lui échapper comme de le rattraper.





Lindbergh

Jeune pilote de la poste aérienne américaine, Charles Lindbergh réussit le premier vol sans escale entre New York et Paris en mai 1927. Financé par un homme d'affaires de St. Louis, il acheta un avion spécial qu'il fit préparer pour ce vol et le baptisa *Spirit of Saint Louis*. Lindbergh décolla de New York le 20 mai 1927 au matin. Volant à 160 km/h seulement, navigant à la boussole, il traversa le brouillard, les nuages et de violentes averses sans rien voir autour de lui. Après 33 heures et 30 minutes de vol, il se posa à Paris-Le Bourget après avoir parcouru seul 5 700 km.



À gauche:
Charles
Lindbergh

Pilotes de grand raid

Après la Grande Guerre, les constructeurs cherchèrent à créer des avions plus rapides, capables de voler plus haut et plus loin en emportant des charges marchandes plus importantes. Les voyages aériens sont devenus banals : des dizaines de milliers de passagers empruntent tous les jours des avions de ligne. Dans les années vingt et trente, les vols à longue distance étaient des exploits individuels réalisés par des hommes courageux, sans radio ni aide électronique à la navigation. Ils volaient dans des habitacles ouverts, exposés aux intempéries. Les prévisions météorologiques n'étaient pas sûres et les moteurs cassaient souvent.



Le prix de la gloire

Le 21 mai 1927, à 22 h 30, plus de 100 000 Parisiens accueillirent Lindbergh au Bourget. Quatre millions de New-Yorkais le fêtèrent à son retour aux États-Unis. En 33 heures, il était devenu l'homme le plus célèbre du monde avant de vivre une tragédie personnelle. En 1932, son fils âgé de 20 mois fut kidnappé et assassiné malgré le paiement d'une rançon.

- ❶ SIÈGE ALLÉGÉ EN OSIER NON GARNI DE CUIR
- ❷ RÉSERVOIRS CONTENANT AU TOTAL 1 700 LITRES SITUÉS DEVANT LE PILOTE
- ❸ PÉRISCOPE
- ❹ COMPAS
- ❺ RÉSERVOIRS SUPPLÉMENTAIRES
- ❻ HÉLICE EN DURALUMIN FORGÉ
- ❼ RÉSERVOIR D'HUILE
- ❽ MOTEUR WRIGHT

Timbre-poste commémorant le tour du monde du dirigeable Graf Zeppelin en 1929.



Ci-dessus : arrivée triomphale de Wiley Post et Harold Gatty à l'issue de leur tour du monde en 1931.

Le tour du monde

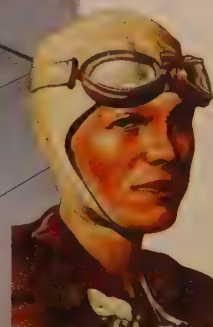
Le premier tour du monde aérien fut réalisé en 1924 par des pilotes du corps aérien de l'armée américaine qui utilisèrent quatre hydravions Douglas World Cruiser spécialement préparés. Trois appareils réussirent la totalité de ce raid qui demanda 171 jours. En 1929, le dirigeable *Graf Zeppelin* établit un nouveau record en 21 jours, 7 heures et 34 minutes. Il n'avait fait que trois escales. En 1931, le pilote américain Wiley Post et son navigateur Harold Gatty firent le tour du monde en 8 jours, 15 heures et 51 minutes.

Premiers sur l'Atlantique

Charles Lindbergh ne fut pas le premier aviateur à traverser l'Atlantique. Deux anciens membres de la force aérienne britannique (devenue la RAF en 1918), John Alcock, pilote et instructeur, et Arthur Whitten Brown, navigateur expérimenté, franchirent l'Atlantique sans escale à l'été 1919. Leur appareil était un bombardier bimoteur Vickers Vimy de la Royal Air Force qu'ils équipèrent de grands réservoirs. Décollant de Terre-Neuve, au Canada, le 15 juin 1919, ils durent surmonter une panne de radio, une rupture d'échappement, une chute en vrille jusqu'à 30 m de la mer et un givrage des carburateurs. Après 16 heures et 27 minutes de vol, ils atterrirent en Irlande dans un marais.

Femmes pilotes

L'Anglaise Amy Johnson (en bas à droite) apprit à piloter pour son plaisir avant de s'enthousiasmer pour ce sport. Elle suivit une formation d'ingénieur aéronautique tout en perfectionnant son pilotage. Amy Johnson démontra en 1930 que les femmes pouvaient égaler les hommes en volant seule du Royaume-Uni en Australie soit 17 700 km aux commandes d'un petit De Havilland Gypsy Moth en 19 jours. Amelia Earhart (ci-dessus à droite) devint la femme pilote la plus célèbre du monde. En 1932, elle réalisa seule la première traversée de l'Atlantique aux commandes d'un Lockheed Vega. Elle disparut en 1937 dans le Pacifique.





Ci-dessus : le premier vol postal américain fut effectué en 1911 par le pilote Earl Ovington.

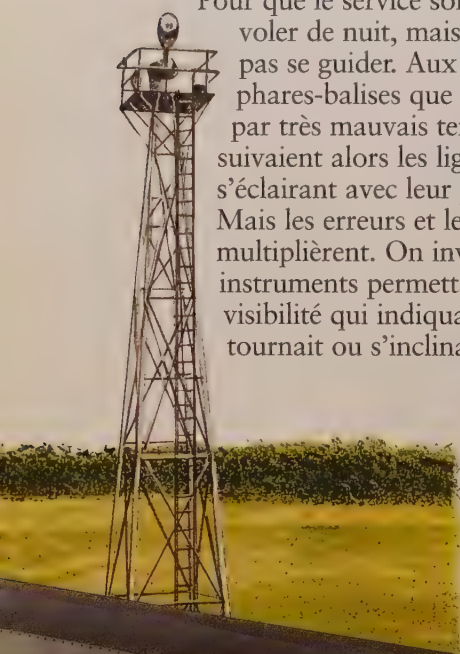
À droite : affiche pour la promotion de la poste aérienne américaine.

La poste aérienne

Les services postaux aériens débutèrent aux États-Unis où les grandes distances entre les villes imposaient de longs délais d'acheminement. L'US Postal Service émit un appel d'offres pour concéder des lignes postales à des entrepreneurs. Les services commencèrent en 1918, le plus souvent au moyen de biplans militaires monomoteurs surplus de guerre. Au début, l'armée assura certains services postaux. Les clients devaient payer un supplément pour envoyer leur courrier par avion, mais en moyenne, une lettre mettait trois fois moins de temps que par le train.

Vol de nuit

Pour que le service soit encore plus rapide, les pilotes durent voler de nuit, mais, sans repère au sol, ils ne pouvaient pas se guider. Aux États-Unis, on établit un réseau de phares-balises que les pilotes devaient suivre. Mais par très mauvais temps, c'était impossible. Ils suivaient alors les lignes de chemins de fer en s'éclairant avec leur phare d'atterrissage. Mais les erreurs et les accidents se multiplièrent. On inventa alors des instruments permettant le pilotage sans visibilité qui indiquaient si l'avion tournait ou s'inclinait.



À gauche : des radiophares ou des balises lumineuses aidaient les pilotes à suivre leur route la nuit ou par mauvais temps.

En 1939, le Douglas DC-3 transportait les trois-quarts des passagers aériens aux États-Unis. Cet avion fut très utilisé par le transport militaire pendant la Seconde Guerre mondiale.



Début des lignes aériennes

L'aviation commerciale naquit au lendemain de la Première Guerre mondiale. Nombreux étaient les pilotes démobilisés prêts à lancer des services postaux et de passagers en utilisant d'anciens avions militaires. L'obligation de voler avec régularité sur de longues distances demanda de nouveaux moyens techniques. Les avions devinrent de plus en plus grands et rapides et les moteurs plus sûrs. La radionavigation et d'autres instruments permirent aux avions de voler la nuit et malgré le mauvais temps.



Ci-dessus: affiche d'une compagnie aérienne britannique datant des années vingt.

Des lettres puis des hommes

Au début des années vingt, si la poste aérienne rencontra un vrai succès, les services passagers progressèrent plus lentement. Les premiers avions emportaient trop peu de passagers (parfois un ou deux) pour être rentables malgré le prix élevé des voyages. Le courrier payait mieux à poids égal. Les premiers avions de ligne furent des bombardiers sommairement aménagés, froids, bruyants et instables. Les conditions s'améliorèrent quand de vrais avions de ligne furent conçus comme le Ford Tri-motor et le Boeing B-80.

En haut à gauche: le Boeing B-80 transportait 18 passagers.

Ci-dessous: le Ford Tri-motor de 1926 de construction métallique pouvait transporter 13 passagers. Il était surnommé « l'oie de fer-blanc ».



LA CRÉATION DES 4 GRANDES

Les premiers transporteurs aériens furent souvent de petites entreprises, certaines n'ayant qu'un avion et un pilote sur un seul itinéraire. Les accidents étaient fréquents et beaucoup d'entreprises firent faillite. Aux États-Unis, le gouvernement obligea ces entreprises à se regrouper. En 1930 existaient quatre compagnies opérant au niveau national: American Airlines, Eastern Airlines, United Air Lines et TWA, appelées « les quatre grandes ». Ces compagnies assuraient des vols sur les principales destinations américaines à partir d'aéroports dits « hubs » installés près de chaque grande ville. D'autres compagnies plus petites se chargeaient du trafic local entre ces hubs et les villes voisines. À la même époque, Pan American Airways commença le transport du courrier et des passagers vers le continent sud-américain et dans le Pacifique en utilisant des hydravions.

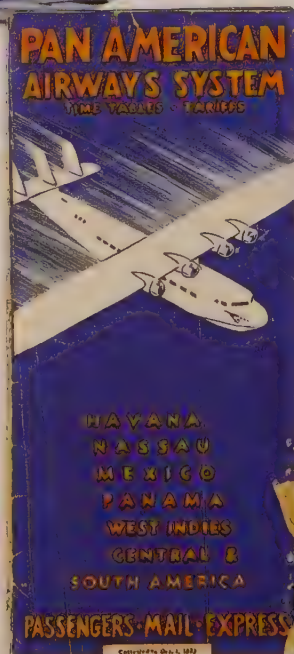
Plus grands, plus rapides

Les premières grandes compagnies aériennes se faisaient une concurrence féroce sur les meilleures lignes. Elles voulurent disposer d'appareils emmenant davantage de passagers, plus vite et plus confortablement que ceux de la concurrence. Les spécialistes estiment que le Boeing 247, introduit en 1933, fut le premier avion de ligne moderne. Il pouvait emmener 10 passagers à 250 km/h. En 1936, Douglas proposa le DC-3. Offrant 21 places, rapide, il devint l'avion de ligne le plus diffusé de tous les temps. Avec ces avions plus grands, le prix des billets baissa rapidement. Dans les années trente, le nombre de passagers s'éleva de façon spectaculaire.



Premiers canards

Le tout premier *hydroaéroplane* qui décolla d'un plan d'eau fut construit et piloté par le Français Henri Fabre en 1910 (ci-dessus). Aux États-Unis, Glenn Curtiss conçut plusieurs hydravions à flotteurs dont le premier vola en 1911. En 1912, il en vendit 150 à la Marine américaine qui s'en servit pour la reconnaissance. Une course annuelle, la Coupe Schneider, fut instituée en 1912. Elle encouragea la création d'hydravions rapides qui battirent parfois le record du monde de vitesse dans les airs.



Ci-dessus et à droite: affiches de la Pan Am pour la promotion des services de luxe assurés par les Boeing Clipper.

Les premiers hydravions

Il existe deux sortes d'hydravions: les hydravions à flotteurs et les hydravions à coque. Les premiers ont de petits flotteurs à la place des roues, les seconds possèdent un fuselage conçu comme une coque de bateau. Les hydravions qui pouvaient utiliser de grands plans d'eau calme pour décoller pouvaient être à l'époque plus grands et plus lourds que les avions terrestres car les longues pistes en béton nécessaires n'existaient pratiquement pas. À la fin des années trente, de très grands hydravions à quatre ou six moteurs commencèrent des services

intercontinentaux que la guerre de 1939 interrompit.



Un Boeing 314 Clipper au décollage.



À droite: intérieur des luxueux salons de l'hydravion Dornier Do X dont les passagers pouvaient aussi disposer de couchettes et de cabinets de toilette.

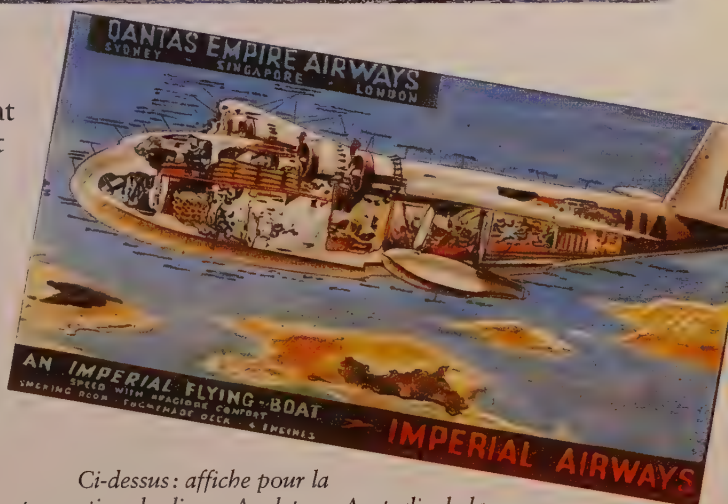
Le Catalina

L'hydravion le plus réussi fut le Consolidated PBY Catalina qui fit son premier vol en 1935. Le Catalina fut conçu pour la Marine américaine comme hydravion de grande reconnaissance maritime. Il joua un grand rôle pendant la Seconde Guerre mondiale en assurant des missions de reconnaissance, en sauvant des pilotes tombés en mer et en bombardant et en torpillant des navires et des sous-marins ennemis. Le Catalina était robuste et sûr et il était armé de mitrailleuses de défense. Plus de 4 500 Catalina furent construits. Les derniers étaient des appareils amphibies c'est-à-dire qu'ils pouvaient se poser sur une piste en utilisant leur train d'atterrissage rétractable.



Un règne éphémère

À la fin des années trente, les hydravions à coque de ligne offraient à leurs passagers le luxe des paquebots. Le Boeing 314 Clipper fut le plus grand hydravion de ligne jamais construit en série et exploité. Il pouvait emporter jusqu'à 74 passagers (sur de courtes étapes) disposant de luxueuses cabines. Pan American commença d'assurer en 1939 des services postaux et de passagers entre l'Amérique et l'Europe et vers l'Extrême-Orient. Le plus grand hydravion de ligne britannique fut le Short Classe C Empire des Imperial Airways qui reliait l'Angleterre à l'Australie. En 1945, le développement des bombardiers lourds et de grands avions de transport et la multiplication des longues pistes en béton signifia la fin des grands hydravions.



Ci-dessus: affiche pour la promotion des lignes Angleterre-Australie de la compagnie Qantas Empire Airways.



Les avions de chasse 1939-1945

Les forces aériennes jouèrent un rôle déterminant lors de la Seconde Guerre mondiale. Au cours des années trente, les Allemands développèrent une puissante flotte aérienne de chasse et de bombardement, la Luftwaffe, qui était en 1940, la plus puissante du monde. D'autres pays comme la France et l'Angleterre tentèrent de



Ci-dessus : principales bases aériennes allemandes et britanniques de la Seconde Guerre mondiale.

combler leur retard. Alors que les armées, les marines et les aviations militaires des deux camps étaient engagées dans les combats, ingénieurs et techniciens s'efforçaient sans relâche de créer des appareils plus efficaces que ceux de l'ennemi.

La bataille d'Angleterre

En 1940, après la défaite de la France, les Allemands avaient programmé l'invasion de l'Angleterre. La Luftwaffe commença par attaquer les aérodromes britanniques, les centres de commandement et les stations radar. Les chasseurs Hawker Hurricane et Supermarine Spitfire tentaient d'abattre un maximum de bombardiers. À la fin de l'été 1940, la RAF perdait plus d'avions que les usines ne pouvaient en construire. Par erreur, Londres fut bombardée. En représailles, la RAF bombarda Berlin. Les Allemands concentrèrent alors leurs attaques sur Londres et la RAF put reconstituer ses forces. Le niveau de pertes de l'aviation allemande entraîna l'annulation du plan d'invasion au début de 1941. La bataille d'Angleterre était gagnée. Churchill déclara à propos des pilotes de chasse de la RAF : « Jamais autant d'hommes ne furent autant redevables envers si peu. »



Winston Churchill.



LA SECONDE GUERRE MONDIALE

La guerre de 1939-1945 devint inévitable quand l'Allemagne, l'Italie et le Japon montèrent en puissance en envahissant des pays voisins. Ces pays formaient l'Axe. D'autres pays comme la France et la Grande-Bretagne, puis les États-Unis et l'URSS s'y opposèrent. En Europe, la guerre fut déclarée quand Hitler envahit la Pologne. En combinant les blindés, les bombardiers et la chasse, ce pays fut vaincu en quatre semaines en 1939. La France ne put tenir que six semaines en 1940. La guerre se déplaça en Afrique, en Russie, en Extrême-Orient et dans le Pacifique en 1942. À partir de fin 1942, les forces allemandes et japonaises durent refluer sur tous les fronts avant d'être finalement vaincues en 1945.

Le chasseur japonais Mitsubishi A6M Zéro

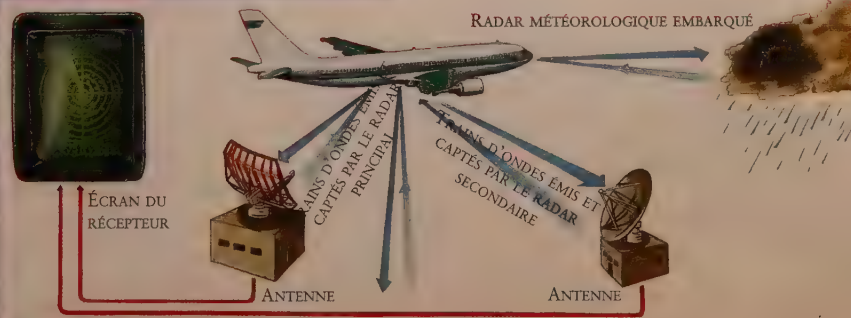


À droite : les porte-avions jouèrent un rôle déterminant dans les combats entre Américains et Japonais dans la zone du Pacifique.



La naissance du radar

Radar, abrégé de *radio detection and ranging* signifie détection et localisation par radio. Un radar envoie un faisceau d'ondes radio appelées micro-ondes. Ces ondes, lorsqu'elles rencontrent un objet comme un avion, se reflètent en revenant vers le radar dont l'écran permet de connaître la position et la distance de l'objet. Ce système venait d'être mis au point en Angleterre lorsque la guerre éclata en 1939. Les radars permettaient de « voir » le départ en France et l'approche des bombardiers allemands en permettant aux chasseurs de les intercepter avant leur arrivée sur l'objectif.



Les chasseurs Hawker Hurricane assurèrent la défense du ciel britannique.

Pearl Harbour

Le 7 décembre 1941, les Japonais attaquèrent la base américaine de Pearl Harbour sur l'île d'Hawaii. Le Japon entra en guerre sans la déclarer afin de détruire la Marine américaine qui pouvait limiter son expansion dans la zone Pacifique. En tout, 423 chasseurs, comme le Mitsubishi Zéro, et chasseurs-bombardiers ou torpilleurs prirent part à l'attaque-surprise partie de six porte-avions. Les bombes et les torpilles japonaises détruisirent ou endommagèrent 18 navires et 300 avions pour la perte de 29 appareils côté japonais. Le Zéro fut le meilleur chasseur japonais de la guerre. Plus de 10 000 exemplaires en furent construits, mais il était mal protégé. Pearl Harbour démontra l'utilité des porte-avions dans cette zone.

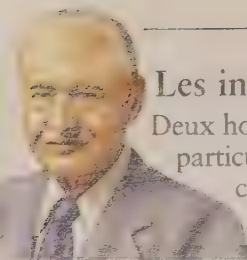
Le P-51 Mustang américain fut probablement le meilleur appareil de chasse de tous les pays belligérants.

Nuits de guerre

Après la bataille d'Angleterre et l'entrée en guerre des États-Unis fin 1941, les forces aériennes alliées ne firent que se renforcer. Les Alliés construisirent de puissantes flottes de bombardement et attaquèrent les villes allemandes. Sans escorte de chasseurs au début, les bombardiers étaient interceptés par des chasseurs Messerschmitt Bf 109 et Focke-Wulf 190. Les chasseurs de nuit avaient des radars embarqués pour repérer les bombardiers dans

l'obscurité. Par la suite, des chasseurs à long rayon d'action comme le P-51 Mustang escortèrent les bombardiers. Cet avion fut le chasseur à hélice le plus rapide de la guerre.

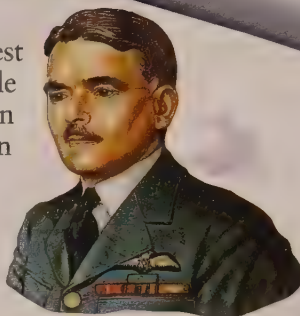
À gauche : un système radar moderne



Les inventeurs

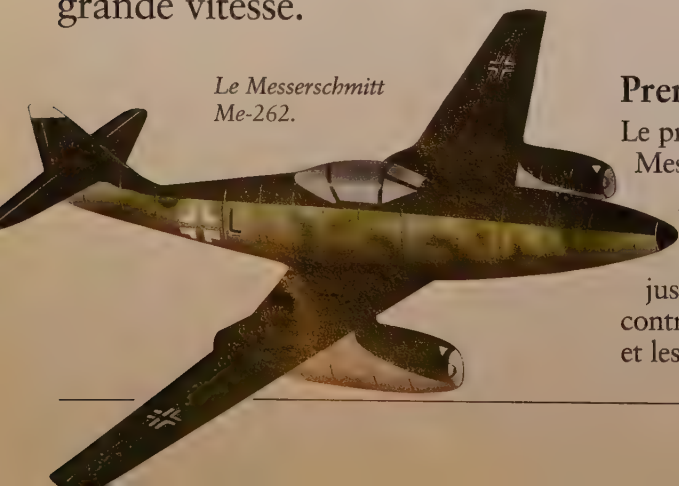
Deux hommes sont particulièrement célèbres pour avoir étudié en même

temps la turbine à réaction en ignorant totalement les travaux de l'autre. En Allemagne, le physicien Hans von Ohain (à gauche) commença à travailler sur une turbine en 1935: il avait 24 ans. Son moteur fonctionna en 1937. Avec le constructeur Ernest Heinkel, il construisit un avion expérimental, le Heinkel He 178, qui réalisa le premier vol d'un appareil propulsé par une turbine à réaction en 1939. En même temps, un officier de la RAF, Frank Whittle, qui s'intéressait à la turbine depuis 1929, ne commença ses essais qu'en 1937. En 1941, un prototype à réaction vola avec une turbine type Whittle.



La turbine à réaction

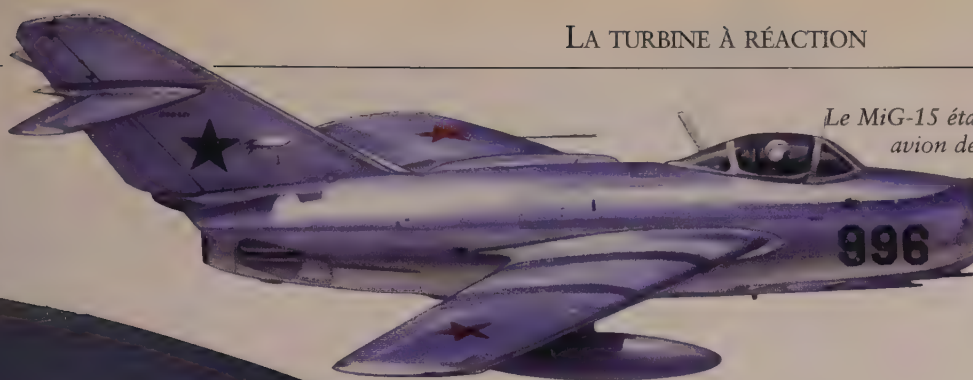
Dans les années quarante, un bruit nouveau résonna dans le ciel. Le grondement profond du moteur à piston s'accompagnait parfois du craquement déchirant d'un réacteur. Au cours de la Seconde Guerre mondiale, les chasseurs mono ou bimoteurs volèrent de plus en plus vite, mais plus la vitesse était élevée, moins le rendement de l'hélice était bon. Des vitesses de l'ordre de 725 km/h représentaient le maximum possible. La turbine à réaction ou turboréacteur constitua la réponse au problème posé. Elle fonctionne par la propulsion vers l'arrière d'un jet de gaz chauds qui pousse le moteur et l'avion en avant. Contrairement au moteur à hélice, le réacteur est plus efficace à grande vitesse.



Le Messerschmitt Me-262.

Premiers avions à réaction

Le premier avion à réaction produit en série fut le chasseur bimoteur Messerschmitt Me-262. Le prototype vola dès 1941, mais les moteurs prenaient feu et les aubes des turbines cassaient. Les ingénieurs allemands manquaient aussi de matières premières pour fabriquer les turbines. Ces problèmes retardèrent l'entrée en service du Me 262 jusqu'en 1944. Plus rapide que les autres chasseurs, il obtint des succès contre les bombardiers alliés. Mais il n'avait qu'une heure d'autonomie et les moteurs avaient une durée de vie très courte.



Le MiG-15 était un excellent avion de chasse et l'un des premiers à être doté d'ailes en flèche.

Ci-dessous: ce turboréacteur est du type à double flux ou à turbosoufflante. Le grand ventilateur à l'avant aspire l'air dont une partie est comprimée par un compresseur à étages. Le carburant injecté dans cet air brûle et la combustion produit une masse de gaz très chauds. Ces gaz sont éjectés du moteur avec une partie de l'air de la soufflante réchauffé et, par réaction, repoussent le moteur vers l'avant. Au passage, les gaz font tourner une turbine qui entraîne la soufflante et le compresseur.

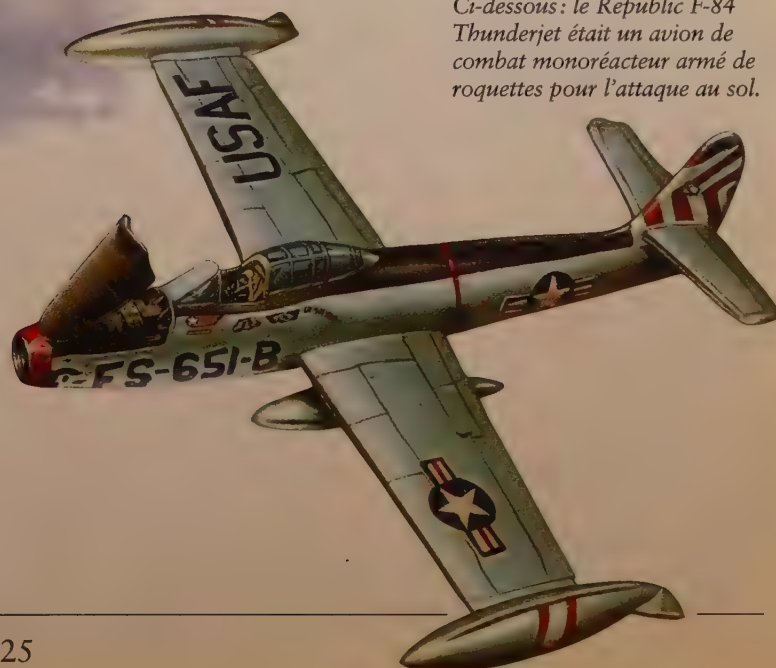
LA GUERRE DE CORÉE

Le conflit débuta en 1950 avec l'attaque de la Corée du Sud par la Corée du Nord. L'organisation des Nations Unies approuva la riposte menée contre la Corée du Nord par une coalition dirigée par les États-Unis qui tenta de repousser les forces nord-coréennes au-delà de la frontière. Ce petit pays était soutenu par l'URSS et la Chine. Les chasseurs à réaction jouèrent un rôle important dans ce conflit. Le premier combat aérien entre deux chasseurs à réaction eut lieu en Corée en 1950.

Dans le ciel de Corée

Les États-Unis commencèrent cette guerre avec un chasseur à réaction qui était entré en service à la fin de la Seconde Guerre mondiale, le Lockheed P-80 Shooting Star. De nouveaux avions arrivèrent bientôt comme le Republic F-84 Thunderjet et le Grumman Panther. La Corée du Nord engagea des chasseurs Mig-15 et Yak-15 de fabrication soviétique.

Ci-dessous: le Republic F-84 Thunderjet était un avion de combat monoréacteur armé de roquettes pour l'attaque au sol.



- 1 TURBOSOUFFLANTE
- 2 COMPRESSEUR
- 3 CHAMBRES DE COMBUSTION
- 4 TURBINE
- 5 ARBRE DE TURBINE
- 6 DISTRIBUTEUR DE TURBINE



Le quadrimoteur Boeing B-17 Flying Fortress fut le principal avion de bombardement des forces aériennes américaines pendant la Seconde Guerre mondiale. Il pouvait voler même après avoir subi de gros dégâts.

Les bombardiers 1939-1945

Ci-dessous : affiches anglaises destinées à soutenir le moral des civils pendant le Blitz.



Les bombardements de la Seconde Guerre mondiale prirent pour cible toutes les infrastructures ennemies en détruisant les positions et les blindés, les navires et les avions, les industries, les ports, les lignes de chemins de fer, les ponts, les gares et les villes. Les bombardiers lourds transportaient des tonnes de bombes qu'ils larguaient sans grande précision sur les objectifs. Les bombardiers légers et les chasseurs-bombardiers portaient parfois une seule bombe ou une torpille qu'ils lâchaient au plus près du but. Les équipages savaient qu'ils ne survivraient pas à un certain nombre de missions.

Le Blitz

Entre septembre 1940 et mai 1941, les bombardiers allemands attaquèrent Londres toutes les nuits. Cette période fut appelée le Blitz (l'éclair). Pendant 57 journées consécutives, Londres fut bombardée nuit et jour. Les avions allemands étaient les Dornier Do-17, les Heinkel He-111 et les Junkers Ju-88. Ils frappaient les usines et les entrepôts, mais aussi les quartiers résidentiels de la ville pour terroriser la population. Les dégâts furent considérables. Beaucoup d'immeubles furent détruits, mais la cathédrale St. Paul (ci-dessous) survécut. Des milliers de Londoniens furent tués dans leur maison. D'autres furent sauvés dans les abris antiaériens ou dans le métro.



Ci-dessous : les stations du métro londonien servirent d'abris contre les bombardements. Les habitants du quartier passaient la nuit sur les quais.





Bombes à toute heure

À partir de 1942, les bombardiers britanniques et américains commencèrent une sorte de noria au-dessus du territoire allemand attaquant les zones industrielles comme la vallée de la Ruhr. Ces raids devaient casser la production d'armements et réduire les capacités opérationnelles des forces allemandes. D'un commun accord, les Alliés décidèrent que les escadres américaines bombarderaient de jour et que les forces britanniques bombarderaient de nuit. Ce relais offensif était destiné à ne laisser aucun répit aux défenses antiaériennes allemandes, ni aux pilotes de chasse. Les avions américains volant à haute altitude pouvaient, de jour, larguer leurs bombes avec davantage de précision. Ils assuraient leur défense en volant en formation.

Ci-dessus : le B-29 Superfortress était défendu par des tourelles orientables dont certaines étaient télécommandées.



À gauche : l'Avro Lancaster britannique fut l'avion des briseurs de barrages.

Les briseurs de barrages

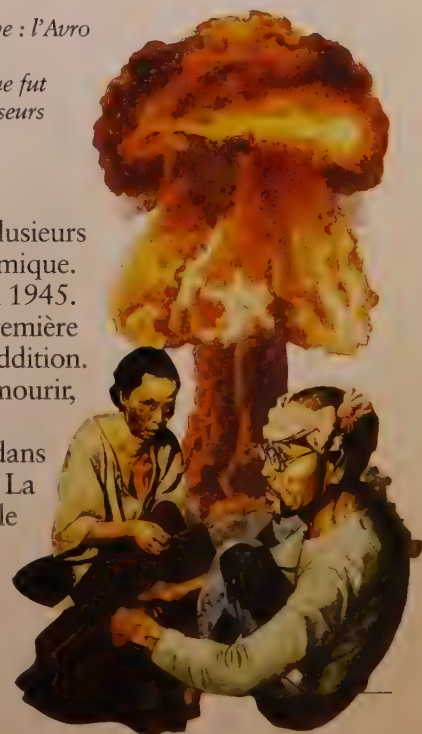
Les pilotes de bombardiers menaient des missions spéciales sur des objectifs très particuliers. Les acteurs du plus célèbre de ces raids furent appelés « les briseurs de barrages ». Leur mission consista à détruire des barrages dans la vallée de la Ruhr. Une bombe capable de rebondir sur l'eau fut inventée, les autres bombes ne pouvant détruire ce type de béton. Les Lancaster devaient voler bas, chacun lâchant une bombe qui, en ricochant sur l'eau, venait frapper le barrage, coulait et explosait à la base de la paroi. Deux barrages furent ouverts et des usines furent privées d'électricité.

La terreur atomique

Au cours de la Seconde Guerre mondiale, plusieurs pays cherchèrent à fabriquer une bombe atomique. Les États-Unis en disposèrent les premiers en 1945. Les responsables décidèrent d'utiliser la première bombe contre le Japon pour précipiter sa reddition. Ils savaient que des milliers de gens allaient mourir, mais que la poursuite de la guerre pourrait entraîner des centaines de milliers de morts dans les deux camps en cas d'invasion du Japon. La première bombe fut larguée sur Hiroshima le 6 août 1945 par un B-29 Superfortress baptisé *Enola Gay*. 80 000 personnes moururent instantanément. Le Japon ne se rendit qu'après le lâcher d'une seconde bombe sur Nagasaki trois jours plus tard.

L'assaut contre l'Allemagne

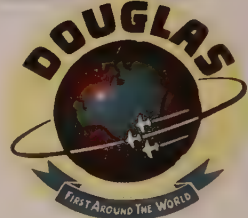
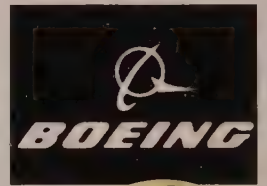
Par la suite, les Alliés décidèrent de lancer des raids contre les villes allemandes dans le but de démoraliser les populations. Ces missions étaient assurées par des Lancaster ou des Wellington britanniques ou des Forteresses volantes B-17 américaines. Les effectifs engagés étaient toujours très nombreux, parfois plus de 1 000 avions. Les responsables pensaient que cette quantité submergerait les défenses au sol. Certaines villes allemandes furent totalement rayées de la carte. Lors d'un raid sur Hambourg en 1943, les bombes causèrent une tempête de feu et des milliers de gens moururent privés d'oxygène. On compta plus de 40 000 victimes.



L'aviation commerciale

Vers la fin de la Seconde Guerre mondiale, les constructeurs produisaient des dizaines de milliers d'avions de guerre par an. L'arrêt des combats les rendit inutiles. Les constructeurs de bombardiers et d'appareils de transport comme Boeing, Douglas et Lockheed commencèrent à se reconvertir dans la production d'avions de ligne. Ils fabriquèrent des avions à moteurs à pistons comme le Boeing Stratoliner, les Douglas DC-4 et DC-6 et le Lockheed Constellation. Les turbines à réaction commencèrent à monter en puissance. Les avions de ligne à réaction, qui apparurent à la fin des années cinquante, furent très appréciés par les compagnies comme par les passagers. Les avions à hélice disparurent en quelques années et au début des années soixante, les avions à réaction régnaient déjà dans le ciel.

Ci-dessous : un De Havilland Comet aux couleurs de la compagnie britannique BOAC.



Un départ difficile

Le premier avion de ligne à réaction fut le Comet construit en Grande-Bretagne par De Havilland. Il fit son premier vol en 1949 et entra en service sur les lignes de la BOAC en 1952. Tout alla bien jusqu'en 1954 quand un Comet se brisa en vol à 10 000 mètres d'altitude. Un accident identique se produisit peu après. Tous les Comet furent interdits de vol jusqu'à ce que la cause fût trouvée et la solution appliquée. Mais quatre années furent perdues et des concurrents apparurent.

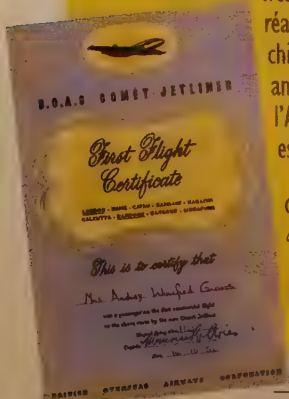
Ci-dessous : un bimoteur DC-3 première version de cet avion de ligne désignée Douglas Sleeper Transport entra en service en 1935.

VITESSE ET CONFORT

Les conditions de voyage dans un avion de ligne à réaction étaient bien meilleures que celles d'un appareil à pistons. Les couches inférieures de l'atmosphère sont les plus perturbées. L'air y tourbillonne sans cesse et déstabilise les avions. Les avions à réaction pouvaient voler beaucoup plus haut, au-dessus des perturbations dans un air calme. Les bruits et les vibrations des moteurs à pistons étaient éliminés. Les avions nouveaux qui volaient deux fois plus vite que les anciens réduisaient les temps de vol.

Très tôt, les avions à réaction purent franchir le continent américain et l'océan l'Atlantique sans escale.

Certificat remis aux passagers du vol inaugural du Comet de la BOAC.



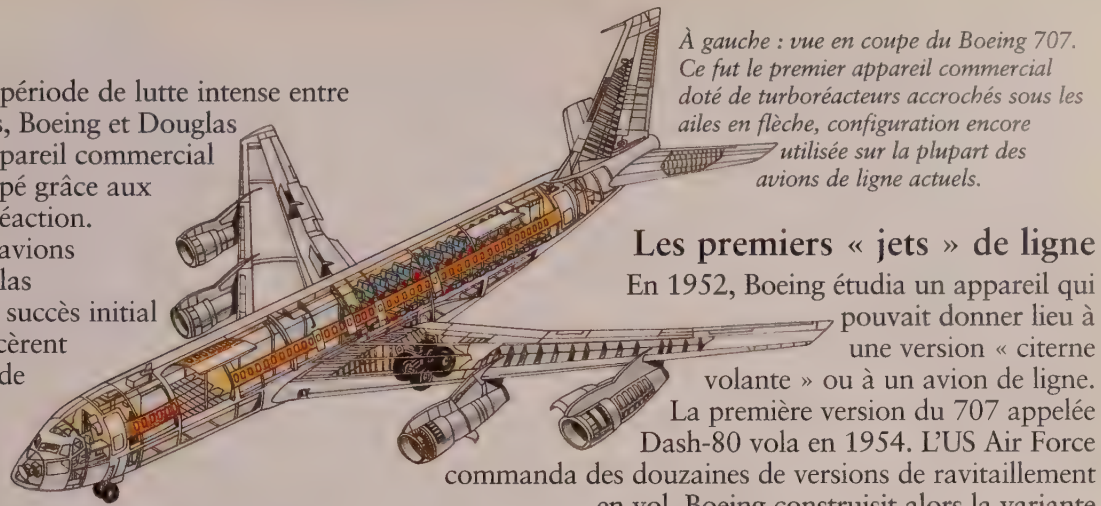
Boeing contre Douglas

Les années cinquante furent une période de lutte intense entre les deux constructeurs américains, Boeing et Douglas en vue de produire le meilleur appareil commercial à réaction. Boeing s'était développé grâce aux bombardiers et aux chasseurs à réaction. Douglas dominait le marché des avions commerciaux avec les DC (Douglas Commercial 4, 6 et 7). Devant le succès initial du Comet, les deux firmes se lancèrent chacune dans l'étude d'un avion de ligne à réaction. L'aventure était risquée, mais la réussite signifiait de grosses commandes de la part des compagnies américaines.

Celles-ci, et notamment Pan Am, la plus importante, savaient que de la concurrence naîtrait un très bon avion. Elles voulaient un avion rentable capable d'emmener beaucoup de passagers. Boeing proposa le 707 et Douglas le DC-8.

Courtes et moyennes distances

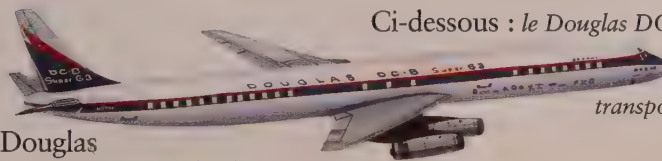
Conçus pour les longues distances, les Boeing 707 et Douglas DC-8 furent utilisés par les compagnies sur des lignes trans ou intercontinentales entre les plus grandes villes du monde. Sur les lignes moyennes et courtes, les compagnies devaient exploiter des appareils à hélices, à pistons ou à turbopropulseurs. À la fin des années cinquante, Boeing proposa le 727. Rapide, mais calculé pour des distances moyennes, il pouvait décoller de pistes courtes et monter et atterrir très vite pour voler le plus longtemps possible à son altitude de croisière. Douglas ne s'attaqua pas au 727, mais, en 1963, la firme choisit de construire un court-courrier, le DC-9. L'équivalent chez Boeing fut le 737. Des versions modernisées de ces avions sont toujours construites.



À gauche : vue en coupe du Boeing 707. Ce fut le premier appareil commercial doté de turboréacteurs accrochés sous les ailes en flèche, configuration encore utilisée sur la plupart des avions de ligne actuels.

Les premiers « jets » de ligne

En 1952, Boeing étudia un appareil qui pouvait donner lieu à une version « citerne volante » ou à un avion de ligne. La première version du 707 appelée Dash-80 vola en 1954. L'US Air Force commanda des douzaines de versions de ravitaillement en vol. Boeing construisit alors la variante commerciale. Douglas commença l'étude du DC-8 de ligne en 1955. Le premier appareil vola en 1958. Ces deux avions pouvaient franchir l'Atlantique sans escale.



Ci-dessous : le Douglas DC-8 à quatre turboréacteurs ressemblait beaucoup au Boeing 707. Il pouvait transporter 175 passagers.



La guerre froide

Pendant la Seconde Guerre mondiale, l'alliance entre l'Union Soviétique et les autres Alliés ne fut jamais totale. Après la fin des combats, l'Allemagne et l'Europe furent divisées en deux blocs. L'Allemagne de l'Est passa sous le contrôle de l'URSS et l'Allemagne de l'Ouest fut occupée par les Américains, les Britanniques et les Français. L'Union Soviétique prit aussi le contrôle des pays voisins comme la Pologne, la Tchécoslovaquie, la Hongrie, etc., en formant le bloc de l'Est.

Les deux camps s'observaient sans réelle volonté de communiquer. Ce fut « la guerre froide ». Chaque côté développa des avions espions et des appareils de combat capables de porter une bombe nucléaire en cas de conflit.

Un secret dévoilé

L'avion espion le plus célèbre de la guerre froide fut le Lockheed U-2 américain. Volant à plus de 21 000 mètres d'altitude, hors de portée des pièces antiaériennes, il photographiait des mouvements de troupes, des aérodromes et des sites de lancement de missiles. En mai 1960, un U-2 fut abattu par un missile au-dessus de l'URSS. Les États-Unis refusèrent de reconnaître ce type de mission. L'URSS rompit la conférence pour la paix tenue à Paris. Le pilote de l'avion U-2, Gary Powers, qui avait survécu, resta prisonnier jusqu'à ce qu'il fût échangé en 1962 contre des agents soviétiques.

Le Lockheed U-2.

LA GUERRE FROIDE

Cette expression désigna une longue période de tension et de désaccord entre les puissances occidentales et le bloc soviétique durant les années cinquante et soixante. La guerre froide ne fut pas une vraie guerre, mais elle aurait pu facilement le devenir. Cette circonstance aurait été catastrophique en raison des stocks d'armes nucléaires détenus par les deux camps. Les deux côtés étaient prêts à se combattre et l'aviation primait sur les autres forces. Des avions volaient sans relâche avec des charges nucléaires et les deux camps s'espionnaient en permanence.



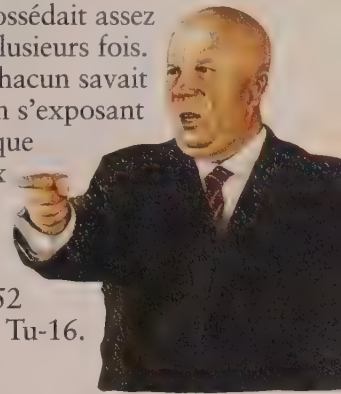
Le pont aérien de Berlin

Après 1945, Berlin fut divisé en quatre secteurs ; russe, américain, anglais et français. La ville était entourée par la zone d'occupation soviétique. En 1948, les États-Unis, la Grande-Bretagne et la France décidèrent d'unifier les secteurs qu'ils contrôlaient et créèrent une nouvelle monnaie. L'URSS, en désaccord, bloqua tout le système de ravitaillement de la ville par la route ou le rail. Les Alliés répliquèrent par le « pont aérien pour Berlin ». Des appareils de transport américains et britanniques effectuèrent plus de 600 vols par jour pendant des mois et livrèrent plus de 2 millions de tonnes d'approvisionnements et de charbon. Les Russes levèrent le blocus en 1949.



La menace permanente

Au temps de la guerre froide, chaque camp possédait assez de bombes nucléaires pour anéantir l'autre plusieurs fois. Ces armes étaient dites « de dissuasion », car chacun savait que l'autre camp n'oserait pas attaquer en s'exposant aussitôt à des représailles terribles. Une attaque pouvant survenir presque sans préavis, les deux camps maintenaient en vol des bombardiers armés 24 heures sur 24 et 365 jours par an. Les avions étaient ravitaillés en vol par des avions-citernes. Les Américains utilisaient le Boeing B-52 Stratofortress à huit réacteurs et les Russes, le Tupolev Tu-16.



Ci-dessus : Nikita Khrouchtchev, président du Conseil des ministres de l'URSS de 1958 à 1964 dans la dernière période de la guerre froide, s'efforça de préserver la paix. Il visita les États-Unis et d'autres pays du monde.



Ci-dessus : un B-52 se ravitaile auprès d'un KC-135 Stratotanker, version de ravitaillement du Boeing 707 de ligne.

Ci-dessous : l'avion-espion Lockheed SR-71 Blackbird peut voler à 3 200 km/h à l'altitude de 26 000 mètres.



La crise de Cuba

En 1959, Fidel Castro prit le contrôle de l'île de Cuba dans les Caraïbes. Castro était communiste. Les Américains s'inquiétèrent de la présence d'un pays communiste si proche de leurs côtes. En 1961, ils aidèrent des opposants au régime castriste à débarquer sur Cuba pour reprendre le contrôle de l'île. L'opération fut un échec terrible. Castro invita l'URSS à installer à Cuba des sites de lancement de missiles. Des avions espions américains repérèrent ces bases en construction et le président John F. Kennedy exigea leur démantèlement et le renvoi en URSS des missiles. Après quelques jours de tension, l'URSS accepta. L'affaire fut appelée « la crise des missiles de Cuba ».



Un exilé cubain aux États-Unis regarde la télévision au moment de la crise des missiles de Cuba.

La vitesse avant tout

Lorsque la vitesse des avions de chasse augmenta, les pilotes rencontrèrent de nouveaux problèmes. Les avions entraient en vibration et les commandes n'agissaient plus. Quelques pilotes se tuèrent quand, partis en piqué, ils ne purent reprendre le contrôle de l'avion. Il arriva que la violence des vibrations brisât l'avion en vol. Ces phénomènes apparaissaient lorsque l'avion approchait la vitesse du son. Lorsque les ingénieurs eurent résolu ces problèmes, l'âge des avions supersoniques s'ouvrit.

Ci-dessus : le passage du « mur du son ».

Ci-dessous : le nez basculant du Concorde est célèbre. La pointe avant, qui doit être abaissée au décollage et à l'atterrissage pour que le pilote puisse mieux voir la piste, est relevée en vol normal.

Le « mur du son »

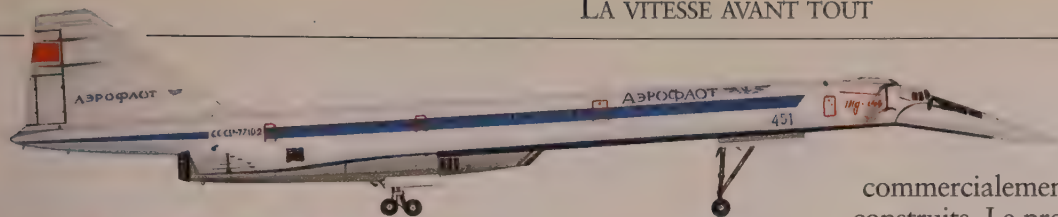
Les ingénieurs américains s'attaquèrent vigoureusement au problème du contrôle des avions à très haute vitesse. Ils commencèrent par construire un avion expérimental capable de voler plus vite que la vitesse du son. Cet avion fut le Bell X-1. Sa forme fut copiée sur celle d'une balle de pistolet car les ingénieurs savaient que cette balle allait plus vite que le son. Le Bell X-1 était propulsé par un moteur-fusée. Il ne pouvait pas décoller tout seul et devait donc être conduit en altitude par un Boeing B-29.

Concorde possède une voilure en delta qui donne de bonnes performances aux vitesses subsoniques et supersoniques. L'avion est équipé de quatre turboréacteurs avec réchauffe qui le propulsent à Mach 2,2, soit près de 2 200 km/h.



Concorde

Le problème de l'avion de combat supersonique étant résolu, les ingénieurs s'intéressèrent aux avions de ligne supersoniques (SST). Le seul SST réussi mis en exploitation régulière fut le Concorde, projet lancé en commun par la British Aircraft Corporation et Sud-Aviation en France. Les études commencèrent en 1963 et le premier vol eut lieu en 1969. Concorde entra en service sur les lignes d'Air France et de la BOAC à partir de 1976. Quatorze appareils furent exploités commercialement entre Londres, Paris et New York. Après une baisse du nombre de passagers et un accident catastrophique en 2000, Concorde fit son dernier vol le 24 octobre 2003.



QU'EST-CE QUE LE MUR DU SON ?

Le son est produit par des ondes de pression qui se déplacent dans l'air. Leur vitesse est d'environ 1 100 km/h en altitude. Un avion en vol crée des ondes de pression. Lorsque l'avion approche de la vitesse du son, les ondes s'accumulent devant lui formant une onde de choc. Il en résulte une résistance tendant à freiner l'avion, tandis que les commandes subissent de violentes vibrations. L'onde de choc est une sorte de barrière qui retient l'avion d'où le nom de « mur du son ».

Échecs supersoniques

Succès sur le plan technique, Concorde échoua commercialement. Seize appareils seulement furent construits. Le programme de vente aux compagnies américaines ne se réalisa pas en raison du coût élevé du carburant et de problèmes environnementaux, le bruit et la pollution. Concorde ne pouvait voler en supersonique qu'au-dessus de l'océan à cause des effets sonores de l'onde de choc créée au passage du « mur du son ». Les coûts de développement et d'exploitation furent pris en charge par les gouvernements concernés, car les compagnies perdaient de l'argent sur chaque vol. L'URSS produisit aussi un SST, le Tupolev 144, qui fut le premier avion de ligne supersonique à voler en 1968. Un Tu-144 s'écrasa en 1973 et l'avion ne fut jamais mis en service. En 1969, le gouvernement américain donna le feu vert au projet de Boeing pour un SST volant à Mach 3. Ce programme fut annulé en 1971 par décision du gouvernement préoccupé par l'élévation des coûts et l'impact sur l'environnement.



- 1 GOUVERNAIL
- 2 ANTENNE
- 3 MISE À L'AIR DES RÉSERVOIRS
- 4 ROULETTE DE QUEUE
- 5 SOUTÈ ARRIÈRE
- 6 TUYÈRES
- 7 ÉLEVONS OU GOUVERNES DE CONTRÔLE DE PROFONDEUR ET DE ROULIS
- 8 COMPARTIMENT DES MOTEURS
- 9 SYSTÈME DE PRESSURISATION
- 10 TRAIN D'ATTERRISSAGE
- 11 CABINE PASSAGERS ARRIÈRE
- 12 PORTES D'ACCÈS ET DE SORTIES DE SECOURS
- 13 TOILETTES
- 14 CABINE PASSAGERS AVANT
- 15 COCKPIT OU POSTE DE PILOTAGE

Les premiers avions supersoniques

Les expériences du Bell X-1 démontrèrent que le vol supersonique était possible. Les recherches concernant les vols à très haute vitesse continuèrent avec les avions américains « X » (expérimentaux).

Parallèlement, les constructeurs développaient des avions de combat supersoniques. Le premier chasseur à passer le mur du son fut le North American F-86 Sabre, mais le pilote dut piquer pour y parvenir. Le F-86 fut le premier avion américain à ailes en flèche. Les ingénieurs avaient découvert qu'en donnant aux ailes un certain angle vers l'arrière, on éloignait l'onde de choc du nez de l'avion et qu'on atténuait les vibrations au voisinage de la vitesse du son. Le F-100 Super Sabre fut le premier avion capable de voler plus vite que le son en vol horizontal. Ses moteurs, grâce à la postcombustion (ou réchauffe) lui donnaient une poussée supérieure qui permit de passer le mur du son.

Boeing 747 : le Jumbo

Boeing annonça en 1966 qu'il allait construire le 747. Cet avion était si grand que l'usine de Boeing était trop petite. La firme dut d'abord construire une usine spéciale qui fut le plus grand bâtiment du monde. Lorsque le premier avion fut présenté, Boeing avait déjà reçu plus de 150 commandes de Pan Am, Japan Airlines et Lufthansa. À cause de sa taille, le 747 fut vite surnommé « Jumbo Jet ». La première version pouvait transporter près de 400 passagers. Des variantes ont été construites comme le 747-300 dont le pont supérieur a été allongé. Le dernier modèle, le 747-400, a reçu des winglets aux extrémités de ses ailes pour améliorer son aérodynamisme. Il peut emmener jusqu'à 568 passagers. Boeing a construit plus de 1 200 Jumbo.

The first one has our name on it.

Publicité de la Pan Am pour la promotion de ses nouveaux Boeing 747.

Un 747 de la compagnie Qantas à l'atterrissage.

La « bosse » du pont supérieur du 747 est caractéristique de cet avion. Long de près de 71 mètres, il est aussi haut qu'un immeuble de six étages.

Les gros porteurs

L'industrie du transport aérien changea de visage le 9 février 1969 quand le Boeing 747 ou Jumbo effectua son premier vol. Le nouveau 747 ressemblait au Boeing 707 avec ses quatre moteurs portés par la voilure. La grande différence concernait le fuselage : celui-ci était assez large pour accueillir dix sièges passagers de front, soit bien plus que les avions précédents. Une expression nouvelle désigna ce type d'avion : les gros porteurs (ou les fuselages larges). Le 747 et les autres gros porteurs déclenchèrent une augmentation spectaculaire du trafic aérien car, plus rentables, ils firent baisser le prix des billets.

Le DC-10

Lorsque le groupe McDonnell Douglas lança le projet du DC-10, l'avion devait avoir quatre moteurs et une capacité de 650 passagers. Finalement, il eut trois moteurs et 380 places. L'un des moteurs est à l'arrière au-dessous de la dérive et les deux autres sous les ailes. Le DC-10 entra en service en 1970 chez American Airlines, en concurrence avec le Boeing 747. Au total, 446 DC-10 furent construits. Le McDonnell Douglas MD-11 en est une version plus moderne.

Rattraper Boeing

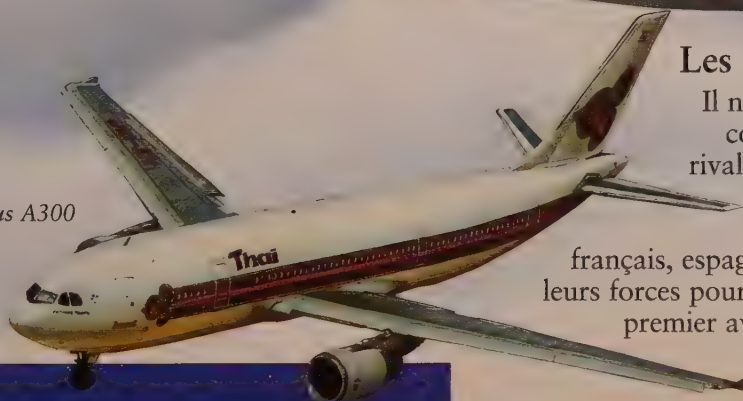
Après le succès de son premier « jet » commercial, le 707, Boeing devenu le principal constructeur d'avions de ligne du monde présenta le 727 et le 737. Les autres constructeurs américains, Douglas et Lockheed, essayèrent de suivre la cadence. Douglas créa les DC-8 et DC-9 avant de rencontrer des difficultés financières à la fin des années soixante. La solution consista en une fusion avec McDonnell, autre constructeur, pour former McDonnell Douglas. Ce nouveau groupe et Lockheed décidèrent de construire chacun son gros porteur, mais avec deux ans de retard sur Boeing. McDonnell Douglas créa le DC-10 et Lockheed le L-1011 TriStar. Les deux avions firent leur premier vol en 1970. Il s'agissait de trimoteurs plus petits que le 747 et offrant moins de sièges. Malheureusement, ils se firent concurrence entre eux sans gêner le 747.

À droite : un Lockheed TriStar au décollage à Hongkong. Le TriStar est le seul avion de ligne à réaction jamais produit par Lockheed.

Beaucoup d'avions de ligne sont produits sous forme de cargo. Federal Express exploite une flotte de DC-10 pour le transport de colis.



À droite : un Airbus A300

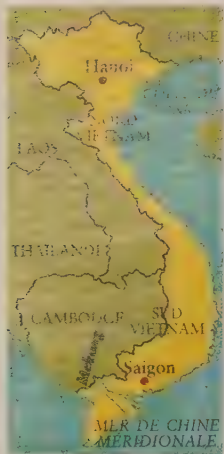


Ci-dessous : un Airbus A340



Les gros porteurs européens

Il n'existait pas alors en Europe de constructeur d'avions capable de rivaliser avec Boeing ou McDonnell Douglas. Mais en 1965, des constructeurs britanniques, français, espagnols et allemands regroupèrent leurs forces pour fonder Airbus Industries. Leur premier avion fut un gros porteur moyen courrier appelé A300 offrant 250 places qui fit son premier vol en 1972. Ce fut aussi le premier gros porteur à deux moteurs. Airbus fit aussi l'A310, plus court que l'A300, mais doté d'une plus grande autonomie. En 1987, Airbus commença la construction de deux nouveaux types de gros porteur, l'A330 et l'A340 dont le fuselage et les ailes étaient identiques. L'A330 avait deux moteurs et l'A340 quatre moteurs plus petits qui lui donnait davantage d'autonomie. En URSS, Iliouchine développa son propre gros porteur, l'Il-86.



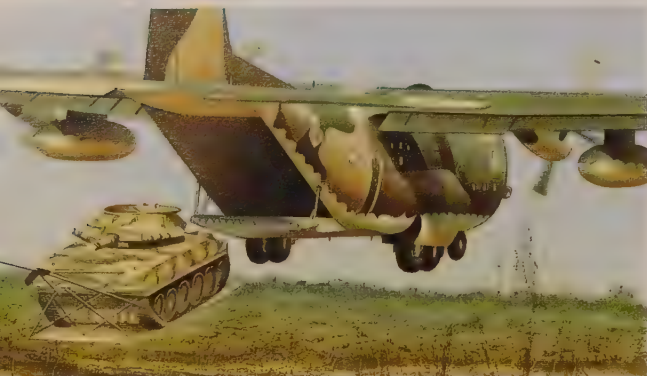
Dans le ciel du Vietnam

Au Vietnam, les deux camps utilisèrent intensément l'aviation. Les Américains larguèrent des millions de tonnes de bombes. Des bombes au napalm furent lâchées pour incendier des villages susceptibles d'abriter des combattants ennemis. Ils attaquaient les troupes adverses avec des chasseurs-bombardiers comme le McDonnell F-4 Phantom et le Douglas A-4 Skyhawk décollant de porte-avions ou d'aérodromes. Les pilotes nord-vietnamiens les combattaient aux commandes d'avions soviétiques comme les MiG-17 et 19.



LA GUERRE DU VIETNAM

Le Vietnam (partie de l'ex-Indochine française) se trouva divisé en deux États en 1954 après le départ de la France. La guerre éclata lorsque les combattants communistes appelés Viêt-congs tentèrent de prendre le contrôle du Vietnam du sud. Le Viêt-cong était aidé par le Vietnam du nord dirigé par Ho-Chi-Minh (à gauche). En 1961, les États-Unis vinrent appuyer le Vietnam du sud mais leur puissance militaire ne réussit pas à vaincre la détermination du Viêt-cong. Les États-Unis se retirèrent à partir de 1973.



À gauche : un C-130 Hercules largue un char de combat par sa rampe arrière en volant très bas et très lentement.

L'avion-cargo Hercules

Les difficultés du terrain vietnamien (relief tourmenté, jungle, absence de pistes, etc.) compliquaient la tâche des unités américaines chargées du ravitaillement. L'avion-cargo Lockheed C-130 Hercules vint à la rescousse. Il pouvait décoller et atterrir sur des pistes courtes et sommairement aménagées. Doté d'une voilure principale et d'empennages surélevés, il offrait une grande capacité de chargement dans une soute munie d'une rampe de chargement et capable de transporter deux chars.

Le décollage vertical

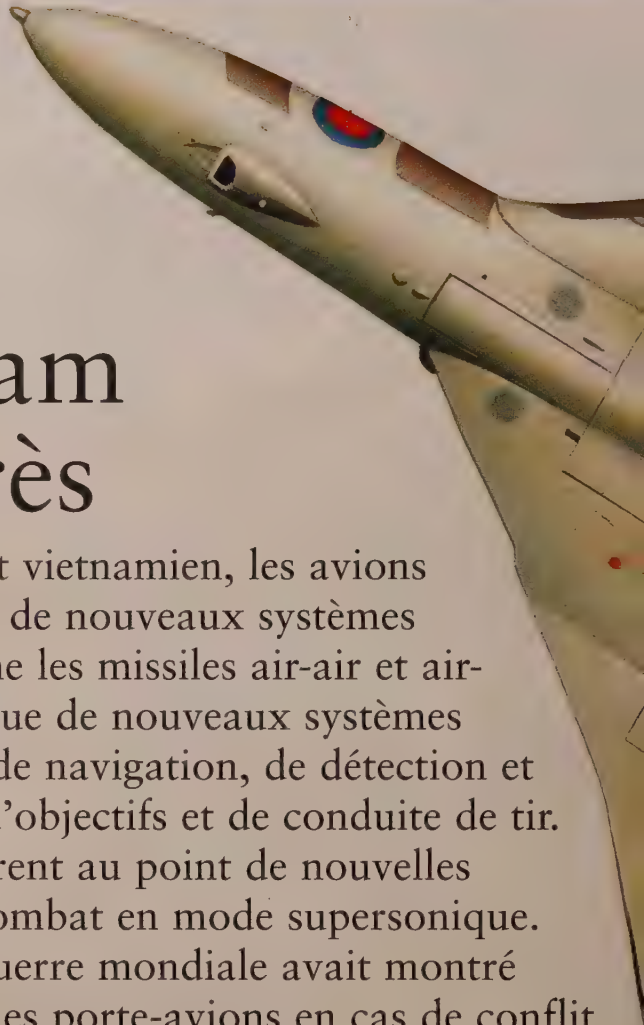
Un ADAV (avion à décollage et atterrissage verticaux) peut comme son nom l'indique, se passer de longues pistes. Il décolle comme un hélicoptère, mais vole comme un avion. Dans les années cinquante, les concepteurs d'avions de combat considérèrent qu'un ADAV à réaction pouvait être utilisé n'importe où, à partir d'une clairière comme d'un porte-avions. Le premier ADAV opérationnel fut le Hawker Siddeley P.1127 britannique qui fit son premier vol en 1961. Il devint le Harrier mis en service dans la RAF en 1969.



À gauche : un Harrier au décollage. Les gaz sont éjectés par des tuyères orientables. Celles-ci sont braquées vers le bas pour le décollage et l'atterrissage et réorientées vers l'arrière pour la propulsion en vol normal.

Le Vietnam et après

Lors du conflit vietnamien, les avions furent équipés de nouveaux systèmes d'armes comme les missiles air-air et air-surface ainsi que de nouveaux systèmes électroniques de navigation, de détection et de recherche d'objectifs et de conduite de tir. Les pilotes mirent au point de nouvelles tactiques de combat en mode supersonique. La Seconde Guerre mondiale avait montré l'importance des porte-avions en cas de conflit outre-mer. Au Vietnam, des milliers d'avions américains opérèrent à partir des porte-avions. L'aviation confirma son importance lors de la guerre des Six Jours au Moyen-Orient (1967) et aux Malouines en 1982.





Ci-dessus : McDonnell F-4 Phantom israélien. Cet avion de combat de fabrication américaine avait un équipage de deux hommes, un pilote et un navigateur-tireur de missiles air-air emportés sous la voilure. La vitesse maximale du Phantom était de Mach 2,2.

Les guerres du Moyen-Orient

Les forces aériennes eurent une importance déterminante lors des deux conflits du Moyen-Orient. La guerre des Six Jours eut lieu en 1967. Israël avait constitué une puissante force aérienne à base d'avions français comme le Dassault Mirage. Les pays arabes possédaient des avions soviétiques comme le Mig-19 et le Mig-21. Le 5 juin 1967,

les appareils israéliens attaquèrent par surprise les bases égyptiennes et détruisirent au sol la plupart des avions. Ils attaquèrent aussi les aérodromes en Jordanie, Irak et Syrie.

Ces raids devaient interdire les attaques aériennes sur les forces israéliennes qui envahissaient une partie de la Syrie. La guerre du Kippour de 1973 commença par une attaque des bases israéliennes par l'Égypte, la Syrie et l'Irak. Israël reprit le dessus, mais au prix de nombreuses pertes causées par des missiles sol-air (SAM). Les pilotes israéliens détruisirent les sites de lancement des SAM avec une nouvelle arme, les missiles air-surface guidés.

La guerre des Malouines

En avril 1982, les forces argentines envahirent les îles Malouines (Falkland) proches de leurs côtes, mais territoire britannique. La Grande-Bretagne ne pouvant pas utiliser d'aérodromes dans la région sud-américaine, la RAF envoya des bombardiers à long rayon d'action Vulcan (à gauche) qui décollèrent de l'île d'Ascension située à 6 500 km au milieu de l'Atlantique. Des Harrier à décollage vertical, opérant à partir de deux porte-avions, attaquèrent et bombardèrent les troupes au sol argentines sur les îles. Les Harrier étaient aussi efficaces en combat aérien en raison de la grande manœuvrabilité que leur conféraient leurs tuyères orientables. L'arme la plus efficace des Argentins fut le missile anti-navires Exocet lancé par avion à 32 km de la cible. Les Exocet coulèrent deux navires britanniques. En rendant inutilisable l'unique piste des îles, les Anglais empêchèrent les avions argentins d'appuyer leurs troupes, tandis que les Harrier restaient opérationnels. Les Britanniques reprirent le contrôle des Malouines.

Ci-dessous : un Boeing E-3 AWACS dont le radar est installé dans le radôme rotatif sur le dos de l'avion. Des salles de contrôle sont aménagées à l'intérieur.

Le Boeing 777

Le plus récent des gros porteurs mis en service au XX^e siècle a été le Boeing 777. Cet avion de ligne à fuselage large et doté de deux moteurs peut emmener 300 à 350 passagers sur de longues distances. Les réacteurs à turbosoufflante (ou double flux) sont les plus puissants jamais construits. Chacun d'eux délivre la puissance de cinq turbines du premier « jet » de Boeing, le 707. Ces énormes moteurs sont positionnés dans des nacelles aussi larges qu'un fuselage de 737. Les turbines modernes sont très fiables, au point que des avions bimoteurs sont désormais autorisés à franchir les océans tant les risques d'une double panne simultanée sont minimes.

Les avions d'aujourd'hui

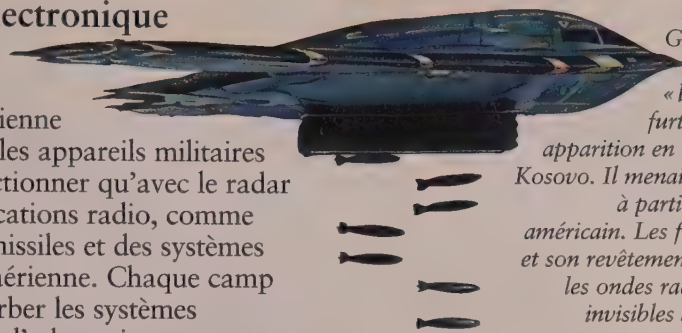
Les appareils modernes, notamment les avions de combat et de ligne, sont des machines relevant de la haute technologie. Les tableaux de bord à écrans d'affichage ont remplacé les instruments conventionnels et des messages électroniques vocaux avertissent le pilote d'éventuels problèmes. Les calculateurs aident le pilote à programmer ses tirs et assurent sa défense. Certaines armes peuvent être pointées en dirigeant les yeux vers la cible. Les récents conflits du Golfe, de Yougoslavie et d'Afghanistan ont multiplié les attaques au sol effectuées par ces machines dotées d'armes de très haute précision. Les avions de combat et de ligne les plus récents sont en fait pilotés au moyen de commandes électriques qui réagissent automatiquement. Sans elles, il serait impossible de piloter certains avions dont la très grande manœuvrabilité dépend précisément de leur instabilité.

Ci-dessous : des F/A-18 de la Navy

La guerre électronique

L'électronique est au cœur de la guerre aérienne moderne. Tous les appareils militaires ne peuvent fonctionner qu'avec le radar et les communications radio, comme la plupart des missiles et des systèmes de défense antiaérienne. Chaque camp cherche à perturber les systèmes électroniques de l'adversaire au moyen de contre-mesures. Par exemple, au cours de la guerre du Golfe, les avions américains ont brouillé les radars de la défense irakienne.

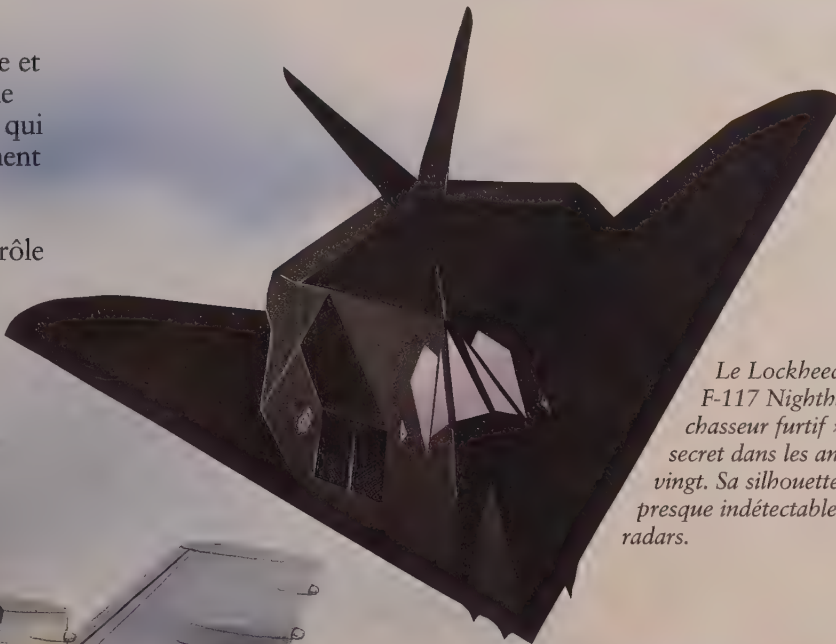
L'aviation américaine opère en fonction d'un système d'alerte et de détection lointaine aéroportée (AWACS) qui comprend essentiellement des avions dotés d'un puissant radar et d'une batterie d'écrans de contrôle permettant de détecter une menace jusqu'à 400 km de distance.



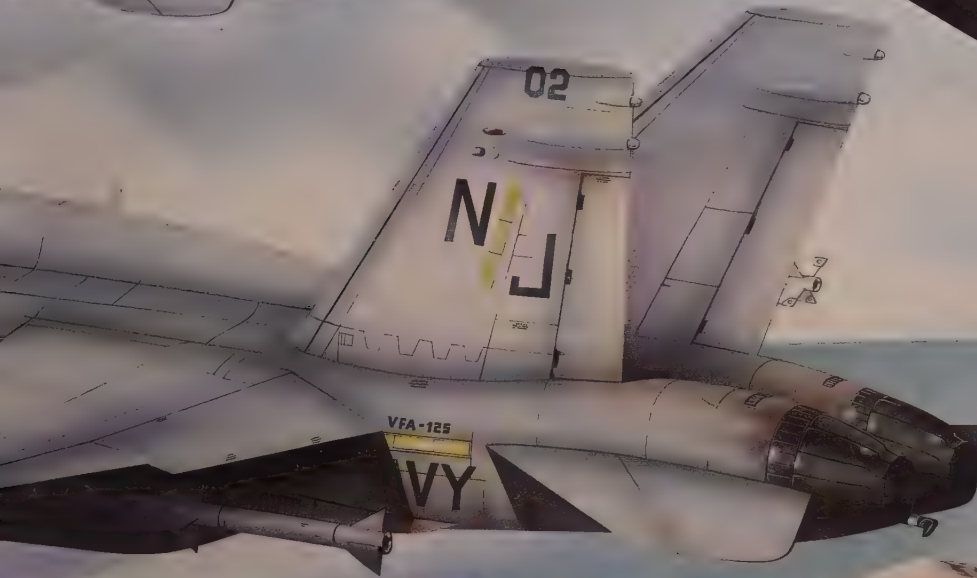
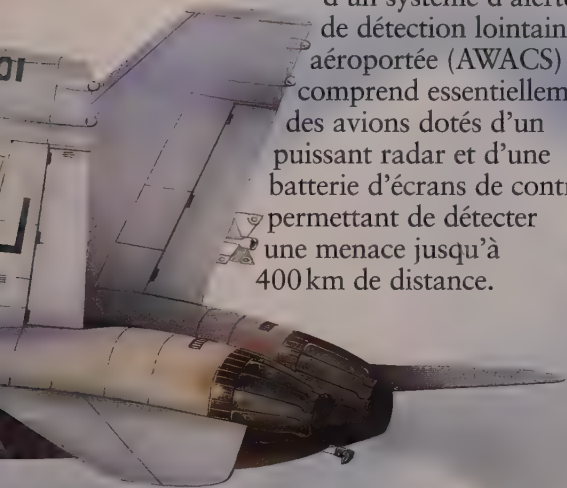
Le Northrop-Grumman B-2, surnommé « le bombardier furtif » a fait son apparition en opérations au Kosovo. Il menait ses missions à partir du territoire américain. Les formes du B-2 et son revêtement qui absorbe les ondes radio le rendent invisibles aux radars de défense.

Le Kosovo

Au début des années quatre-vingt-dix, la guerre se déclencha dans les Balkans quand l'ex-Yougoslavie se désunit. En 1998, les troupes yougoslaves attaquèrent des populations civiles au Kosovo. Les Nations unies ordonnèrent leur retrait. Devant leur refus, les États-Unis menèrent en coopération des raids sur le territoire yougoslave pour détruire les forces et les défenses aériennes avant d'attaquer les troupes au sol et d'entraîner leur retrait.



Le Lockheed-Martin F-117 Nighthawk dit « le chasseur furtif » était encore secret dans les années quatre-vingt. Sa silhouette le rendait presque indétectable par les radars.



GUERRE DU GOLFE

En 1990, les armées irakiennes aux ordres de Saddam Hussein (à gauche) envahirent le Koweït, petit pays indépendant situé au sud de l'Irak. Les Nations unies votèrent une résolution enjoignant aux États-Unis et à une coalition de chasser l'Irak du Koweït. L'opération appelée *Tempête du Désert* commença par d'intenses bombardements visant à détruire les aéroports, les défenses antiaériennes et les centres de commandement irakiens. Des centaines d'avions effectuèrent des milliers de missions à partir des porte-avions et d'aéroports d'Arabie, utilisant des armes « intelligentes » (bombes à guidage laser). En 2003, la Grande-Bretagne et les États-Unis envahirent l'Irak après des raids massifs sur les forces irakiennes.



GUERRE AUX TERRORISTES

Le 11 septembre 2001, une attaque terroriste détruisit les tours jumelles du World Trade Center à New York faisant des milliers de victimes. Le gouvernement américain lança l'Opération *Enduring Freedom* destinée à lutter contre le terrorisme. La première cible fut l'Afghanistan, refuge et base d'al-Qaïda, organisation responsable de l'attaque sur New York. Les Américains effectuèrent des raids aériens sur les camps d'entraînement d'al-Qaïda et sur les grottes où le chef de l'organisation, Ousama Ben Laden (à droite) devait se cacher. Ils frappèrent aussi les Talibans afghans pour les contraindre à quitter le pays. Des unités spéciales transportées par hélicoptères faisaient et font encore la chasse aux terroristes.



Le Boeing Sonic Cruiser

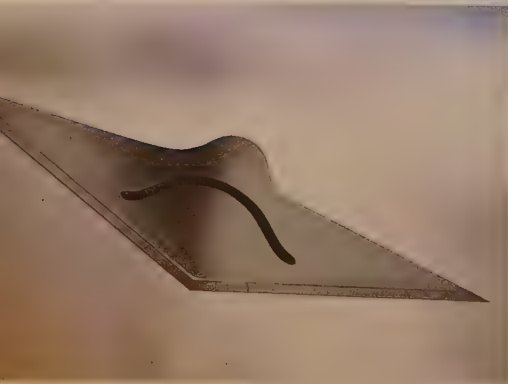
En 2001, Boeing avait annoncé l'étude d'un nouveau type d'avion de ligne, le Boeing Sonic Cruiser. La plupart des avions de ligne croisent à Mach 0,8. Le Sonic Cruiser devait croiser à Mach 0,98. Sans avoir à passer le mur du son, le Sonic Cruiser pouvait réduire les temps de vol de 20 pour cent sur les longues distances. Mais

Boeing abandonna ce programme en 2002 en raison des coûts énormes de développement des techniques nouvelles qu'il impliquait. Boeing décida de se consacrer aux avions conventionnels en les rendant plus rentables.

Avions de combat futurs

Une nouvelle génération d'avions de combat va entrer en service. Aux États-Unis, le F-22 Raptor sera opérationnel en 2005 dans l'US Air Force. Il est doté de compartiments d'armement intégrés pour le rendre invisible par les radars et de tuyères orientables pour améliorer la manœuvrabilité. Un nouveau chasseur à décollage vertical, le F-35, est en cours de développement. Mais l'avenir est aux avions de combat sans pilote. Ces appareils de combat sans pilote (UCAV) voleront et combattront en mode automatique. Le Northrop-Grumman X-47 Pegasus est un chasseur furtif sans pilote en cours d'évaluation aux États-Unis. Des avions espions sans pilote ont été utilisés lors des derniers conflits en Afghanistan et en Irak. On les appelle avions de reconnaissance sans pilote (URAV) ou drones.

Ci-dessous : le X-47 Pegasus, qui opérera à partir de porte-avions avec décollages et atterrissages automatiques, servira d'appareil de reconnaissance et d'attaque au sol.



Le Boeing Sonic Cruiser

*Ci-dessous :
appareil de
reconnaissance
sans pilote Global
Hawk RQ-4A*



- ❶ MOTEUR À TURBOSOUFFLANTE
- ❷ COMPARTIMENT DU RADAR

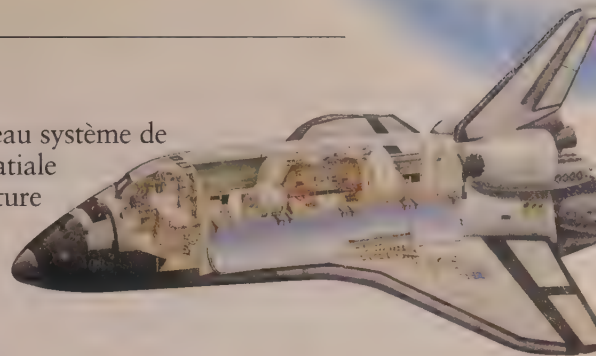
La future génération

Les avions actuels les plus récents devraient voler pendant une vingtaine d'années au moins. Aujourd'hui, ne subsistent que deux constructeurs de grands avions commerciaux : Boeing aux États-Unis et Airbus Industries en Europe. Ils vont continuer de produire des avions conventionnels pendant encore de nombreuses années. Il leur faudra déployer beaucoup d'efforts pour rendre les avions plus efficaces, plus silencieux et plus faciles à piloter dans un ciel toujours plus encombré. Il est presque certain que le Boeing 777 sera encore produit en 2050 et qu'il volera en 2100. Boeing a aussi modernisé le 737, un avion des années soixante. Aucun projet de supersonique commercial n'est à l'étude.

Après la navette

La première navette spatiale vola en 1981. La NASA cherche à définir un nouveau système de transport des astronautes entre la terre et les satellites, notamment la Station Spatiale Internationale. En 1996, Lockheed a entamé le développement du X-33 ou Venture Star, véhicule d'essai d'une nouvelle génération d'engins spatiaux. Le concept concernait un engin à un seul étage c'est-à-dire sans réservoirs ni lanceurs externes comme la navette. Il devait décoller verticalement comme une fusée et se poser comme un avion. Le projet fut abandonné en 2001 en raison de problèmes techniques et des coûts élevés. Plus de 900 millions de dollars ont déjà été dépensés.

- ① TRANSMETTEUR
- ② RÉCEPTEUR
- ③ COMPARTIMENT DES ANTENNES



Ci-dessus : le North American X-15 fut construit pour étudier les conditions de vol aux vitesses hypersoniques. Propulsé par moteurs-fusées, il reste l'avion le plus rapide de tous les temps avec une vitesse record de 7 300 km/h atteinte en 1967.



Vers l'hypersonique

En théorie, il n'existe aucune limite de vitesse pour un avion. Depuis les années cinquante, les chercheurs en aéronautique ont rêvé d'un appareil capable de voler à Mach 10, sinon plus, et d'aller dans l'espace. Mais les vitesses hypersoniques (au-delà de Mach 5) posent de gros problèmes. Le revêtement de l'appareil chauffe énormément en raison du frottement de l'air et les turbines conventionnelles ne fonctionnent plus. Les ingénieurs de recherche essaient de mettre au point un réacteur sans organes tournants appelé statoréacteur capable de fonctionner en mode hypersonique. Le projet d'avion spatial actuel de la NASA est le X-43 ou Hyper-X.

L'Airbus deux ponts

En 2000, Airbus Industries annonça le lancement d'un projet d'avion de ligne gros porteur à deux ponts, premier de ce type au monde, l'Airbus A380. D'une envergure de 79 mètres et d'une masse au décollage de 540 tonnes, ce serait le plus gros appareil commercial jamais construit. Les deux ponts de l'A380 offriront deux fois plus d'espace qu'un Boeing 747 et 30 pour cent de place supplémentaires. L'A380 standard emmènera 555 passagers et la version court-courrier, 656. Malgré sa taille, l'A380 sera plus silencieux et consommera moins de carburant que les appareils actuels. Boeing a programmé de nouvelles versions du 747 destinées à concurrencer l'A380.



Ci-dessus : l'A380 offrira au pont inférieur un salon, un bar et une salle où les hommes d'affaires pourront travailler.

Le futur Airbus A380

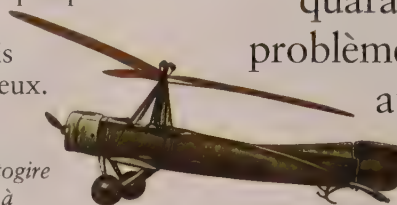
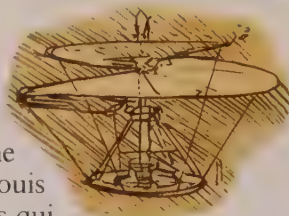


Les pionniers d'une idée

Léonard de Vinci fut probablement le premier homme qui imagina l'hélicoptère. Il dessina il y a environ cinq cents ans une machine dotée d'une grande hélice en spirale (à droite). Le Français Louis Bréguet construisit un hélicoptère à quatre rotors qui décolla en 1907. Vers la même époque, un autre Français, Pierre Cornu, créa un hélicoptère à deux rotors qui se souleva. Ces vols ne dépassèrent pas quelques secondes et la hauteur resta très modeste. D'autres hélicoptères furent construits, mais ils étaient fragiles, incontrôlables et dangereux.

À droite : l'ingénieur espagnol Juan de la Cierva inventa l'autogire en 1923. Lorsqu'un autogire avance, son rotor libre qui se met à tourner automatiquement assure la portance de l'appareil.

Ci-dessous : le Hughes D-500 est un excellent hélicoptère léger d'observation américain.



Hélicoptères

Les premiers hélicoptères expérimentaux ont vu le jour il y a une centaine d'années, mais il fallut une quarantaine d'années pour résoudre les problèmes techniques. Un hélicoptère vole au moyen de petites ailes rotatives, les pales du rotor. En tournant, les pales génèrent une poussée vers le bas qui fait monter l'appareil. Cette portance existe même quand l'hélicoptère est arrêté si bien qu'il peut décoller et atterrir verticalement et faire du vol stationnaire.



Premiers hélicoptères militaires

Le Focke-Wulf Fw 61 volait bien, mais il était trop lourd pour emmener des passagers ou une charge marchande. Focke développa le Focke-Achgelis Fa 266, machine dérivée du Fw 61. Cet hélicoptère de transport à six places vola pour la première fois en 1940 et servit occasionnellement pendant la Seconde Guerre mondiale. Développé par Igor Sikorsky,

ingénieur russe émigré aux États-Unis, le Sikorsky XR-4 (à gauche) fut le premier hélicoptère conçu à des fins militaires. Sikorsky construisit le premier hélicoptère monorotor en 1940. Il était équipé d'un petit rotor vertical placé à l'arrière qui, en créant un couple latéral, empêchait l'hélicoptère de tourner sur lui-même dans le sens opposé à celui du rotor.



Le premier hélicoptère capable d'évolutions contrôlées fut le Focke-Wulf Fw 61 conçu par l'ingénieur allemand Heinrich Focke. Cette machine qui vola en 1936 avait deux rotors de sustentation côte à côte et une petite hélice servant à refroidir le moteur.



Le Sikorsky XR-4 vola pour la première fois en 1942. Il fut utilisé vers la fin de la guerre comme appareil de transport. La Marine américaine l'expérimenta sur les navires.

Transport, recherche et sauvetage

Les hélicoptères conviennent bien au transport de personnes et de charges vers les endroits inaccessibles aux avions conventionnels, par exemple les plates-formes pétrolières ou les centres-ville. Les grands hélicoptères de transport, comme le CH-47 Chinook, ont deux grands rotors, mais pas de rotor anticouple. Ces appareils sont très utiles pour la recherche et le sauvetage en mer et en montagne où ils peuvent s'immobiliser pour recueillir les victimes ou les naufragés. Le premier hélicoptère de sauvetage conçu comme tel fut le Sikorsky S-61 appelé aussi Sea King. Les hélicoptères servent aussi d'ambulances de l'air.

L'hélicoptère moderne

À la fin de la Seconde Guerre mondiale, l'hélicoptère avait démontré toute son utilité.

De nombreux constructeurs se lancèrent dans cette nouvelle voie et, parmi ceux-ci, la société Bell. Le premier type qu'elle fabriqua, le Bell Model 47, était une machine monorotor à deux places.

Le rotor bipale faisait un *chop chop* caractéristique, bruit qui lui valut le surnom de *chopper* (qui signifie aussi hachoir). Le Bell 47 est considéré comme le premier hélicoptère moderne.

Le Bell Model 47 était très reconnaissable par sa bulle en Plexiglas abritant ses deux occupants.



Hélicoptères de combat

Les armées, les marines et les forces aériennes utilisent toutes des hélicoptères. Leur mission principale consiste à déposer les troupes et des équipements en des points précis du champ de bataille. Ils sont armés de canons, de mitrailleuses, de roquettes et de missiles. La guerre de Corée (1950-1953) fut le premier conflit où ils jouèrent un rôle important. Au Vietnam, ils transportèrent des troupes, les appuyèrent de leur feu et recueillirent des pilotes tombés en territoire ennemi. Les hélicoptères navals servent à la reconnaissance, au repérage et à l'attaque des sous-marins et au sauvetage.

Les hélicoptères de demain

Le Comanche indique la formule future des hélicoptères de combat. Cette machine qui fit son premier vol en 1996 entrera en service en 2006. Le Comanche est un hélicoptère « furtif » construit en matériaux très élaborés et bourré d'électronique.

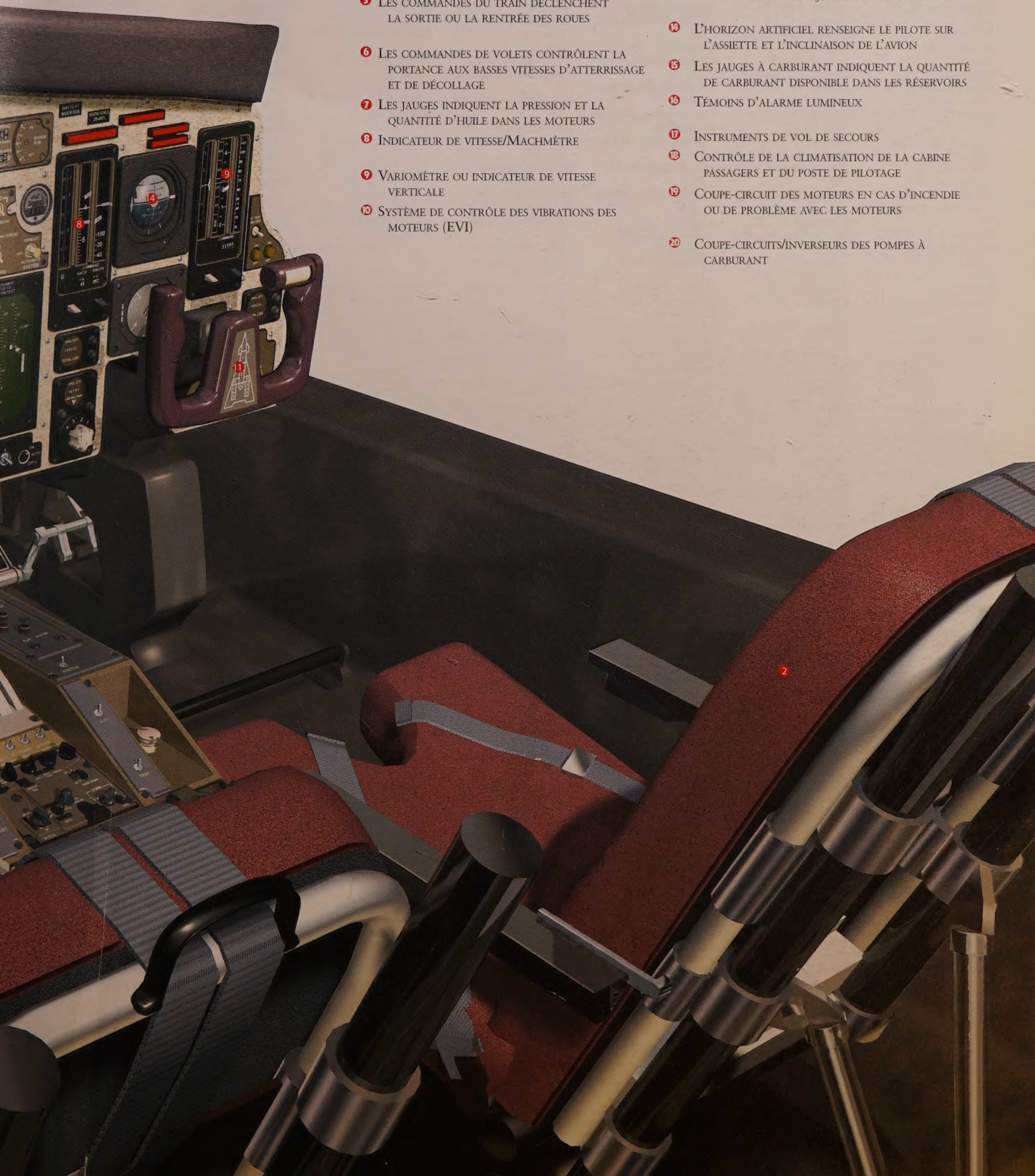
Il est armé de missiles en conteneur et d'une mitrailleuse pointée par le regard du pilote.



Aux commandes

Les pilotes contrôlent l'avion depuis le poste ou la cabine de pilotage ou cockpit où sont regroupés les commandes et les instruments de contrôle. Ce cockpit d'un appareil datant des années soixante possède encore des instruments traditionnels à cadran qui indiquent la vitesse, l'altitude, la direction, les niveaux de carburants, etc. Sur les avions les plus récents, ces instruments sont remplacés par des écrans d'ordinateurs.





- 1 SIÈGE DU PILOTE
- 2 SIÈGE DU COPILOTE
- 3 LES PÉDALES DU PALONNIER PERMETTENT LE CONTRÔLE DE L'AVION EN DIRECTION
- 4 LES MANETTES DES GAZ RÉGENT LE RÉGIME ET LA PUISSANCE DES MOTEURS
- 5 LES COMMANDES DU TRAIN DÉCLENCHENT LA SORTIE OU LA RENTRÉE DES ROUES
- 6 LES COMMANDES DE VOILETS CONTRÔLENT LA PORTANCE AUX BASSES VITESSES D'ATERRISSAGE ET DE DÉCOLLAGE
- 7 LES JAUGES INDIQUENT LA PRESSION ET LA QUANTITÉ D'HUILE DANS LES MOTEURS
- 8 INDICATEUR DE VITESSE/MACHMÈTRE
- 9 VARIOMÈTRE OU INDICATEUR DE VITESSE VERTICALE
- 10 SYSTÈME DE CONTRÔLE DES VIBRATIONS DES MOTEURS (EVI)
- 11 LE VOLANT OU MANCHE À BALAI COMMANDE LES GOUVERNES DE PROFONDEUR ET L'INCLINAISON DE L'AVION EN VIRAGE PAR LES AILERONS
- 12 LES COMPTE-TOURS INDIQUENT LE RÉGIME DE ROTATION DES MOTEURS
- 13 LES THERMOMÈTRES MESURENT LA TEMPÉRATURE DE SORTIE DES GAZ ÉJECTÉS PAR LES MOTEURS
- 14 L'HORIZON ARTIFICIEL RENSEIGNE LE PILOTE SUR L'ASSIETTE ET L'INCLINAISON DE L'AVION
- 15 LES JAUGES À CARBURANT INDIQUENT LA QUANTITÉ DE CARBURANT DISPONIBLE DANS LES RÉSERVOIRS
- 16 TÉMOINS D'ALARME LUMINEUX
- 17 INSTRUMENTS DE VOL DE SECOURS
- 18 CONTRÔLE DE LA CLIMATISATION DE LA CABINE PASSAGERS ET DU POSTE DE PILOTAGE
- 19 COUPE-CIRCUIT DES MOTEURS EN CAS D'INCENDIE OU DE PROBLÈME AVEC LES MOTEURS
- 20 COUPE-CIRCUITS/INVERSEURS DES POMPES À CARBURANT

Index

- ADAV (avion à décollage et atterrissage verticaux) 36
Aérodrome (aéroplane) 12
Afghanistan 38, 39, 40
Afrique 23
Airbus A300 35
Airbus A310 35
Airbus A330 35
Airbus A340 35
Airbus A380 41
Alcock, John 17
Allemagne 11, 14, 22, 23, 24, 26, 27, 30, 34, 35
- Berlin 22, 30
- Hambourg 27
- Ruhr, vallée de la 27
D'Arlandes, François 8
Ascension, île de l' 37
Atlantique, océan 11, 16, 17, 28, 29, 37
Australie 17, 20, 21
Autogire 42
Autriche-Hongrie 14
Avions spatiaux 41
Avro Lancaster 27
AWACS (Airborne Warning and Control System) 38, 39
B-17 Flying Fortress 26, 27
B-29 Superfortress 27
Balkans 39
Ball, Albert 15
Baracca, Francesco 15
Belgique 14
Bell XI 32, 33
Ben Laden, Ousama 39
Benoist, hydravion 13
Biplans 13, 18
Blanchard, Jean-Pierre 9
Blériot, Louis 13
Boeing 247 19
Boeing 314 Clipper 20, 21
Boeing 707 29, 31, 34, 35, 38
Boeing 727 29, 35
Boeing 737 29, 35, 38, 40
Boeing 747-300 et -400 34, 41
Boeing 777 38, 40
Boeing B-52 Stratofortress 31
Boeing B-80 19
Boeing Sonic Cruiser 40
Boeing Stratocruiser 28
Breguet, Louis 42
Brown, Arthur
Written 17
Canada 17
- Terre-Neuve 17
Castro, Fidel 31
Cayley, Sir George 12
Cerfs-volants 12
Chine 25
Churchill, Winston 22
Citernes, avions 31
Commerciaux, avions 13, 16, 18-19, 28-29, 31, 32, 33, 34, 35, 38, 40, 41
- Benoist hydravion 13
- Boeing 314 Clipper 20, 21
- Dornier Do X 21
- Short Classe C Empire 21
- Airbus A300 35
- Airbus A310 35
- Airbus A330 35
- Airbus A340 35
- Airbus A380 41
- Boeing 247 19
- Boeing 707 29, 31, 34, 35, 38
- Dash-80 29
- Boeing 727 29, 35
- Boeing 737 29, 35, 38, 40
- Boeing 747-300 et -400 34, 41
- Boeing 777 38, 40
- Boeing B-80 19
- Boeing Sonic Cruiser 40
- Boeing Stratocruiser 28
- Concorde 32, 33
- De Havilland Comet 28, 29
- Douglas DC-3 (Douglas Sleeper Transport) 28
- Douglas DC-7 28, 29
- Douglas DC-8 29, 35
- Douglas DC-9 29, 35
- Douglas DC-10 35
- Ford Tri-motor (Tin Goose) 19
- Ilyoushine Il-86 35
- Lockheed Constellation 28
- Lockheed L-1011 TriStar 35
- McDonnell Douglas DC-10 34, 35
- Mc Donnell Douglas D-11 34
- Tupolev Tu-144 33
Compagnies aériennes 13, 18-19, 33
- Air France 32
- American Airlines 19, 28, 34
- BOAC 28, 32
- DELAG 11
- Eastern Airlines 19
- Imperial Airways 21
- Japan Airlines 34
- Lufthansa 34
- Pan American Airways 19, 20, 21, 29, 34
- Qantas Empire Airways 20, 34
- TWA 19
- United Air Lines 19
Concorde 32, 33
Consolidated PBY Catalina 21
- Dash-80 29
Constructeurs 28-29, 34-35
- Airbus Industries 35, 40, 41
- American Bell 43
- Boeing 28, 29, 33, 34, 35, 40
- British Aircraft Corporation 32
- De Havilland 28
- Douglas 28, 29, 35
- Ilyoushine 35
- Lockheed 28, 35
- McDonnell Douglas 34, 35
- Sud-Aviation 32
Corée du Nord 25
Corée du Sud 25
Cornu, Pierre 42
Crète 8
Cuba 31
- Baie des Cochons 31
- Crise des missiles 31
Curtiss, Glenn 13, 20
Dassault Mirage 37
De Vinci, Léonard 8, 42
Dédale 8
De Havilland Comet 28, 29
De Havilland Gypsy Moth 17
De la Cierva, Juan 42
Dirigeables (Zeppelins) 10-11, 12, 14
- Graf Zeppelin 11, 17
- LZ129 Hindenburg 10, 11
- LZ1 10
- Santos-Dumont No. 6 10
- Santos-Dumont No. 9 10
Dornier Do X 21
Dornier Do-17 26
Douglas A-4 Skyhawk 36
Douglas C-47 28
Douglas DC-10 35
Douglas DC-3 (Douglas Sleeper Transports) 28
Douglas DC-7 28, 29
Douglas DC-8 29, 35
Douglas DC-9 29, 35
Douglas R4D 28
Douglas World Cruiser 17
Drones (avions sans pilote) 40
Enola Gay 27
États-Unis 11, 12, 13, 14, 16, 18, 19, 20, 21, 23, 25, 27, 28, 30, 31, 33, 39, 43
- Caroline du Nord 12
- Floride 13
- Hawaii 23
- New York 10, 11, 16, 32, 39
- New Jersey 11
- Potomac rivière 12
- St. Louis 16
Earhart, Amelia 17
Égypte 37
Ely, Eugene 13
F/A-18 Hornets 39
F-100 Super Sabre 33
F-117 39
F22 Raptor 40
F-35 40
F-86 Sabre 33
Fabre, Henri 20
Falklands, guerre des 36, 37
Ferrari, Enzo 15
Flyer (Wright frères) 12
Focke, Heinrich 43
Focke-Wulf 190 23
Fokker Dr. 1 14, 15
Ford Tri-motor (Tin Goose) 19
France 9, 13, 14, 23, 30, 35
- Paris 10, 14, 16, 30, 32
Furtis (avions) 39, 40
Golfe, guerre du 39, 39
Gotha GvB 14
Grande-Bretagne 14, 17, 22, 23, 24, 28, 30, 35, 37
- Angleterre 9, 20
- Douvres 9
- Londres 14, 17, 22, 26, 32
- Manche 9, 13
Grumman Panther 25
Handley Page 0/100 14
Harrier 36, 37, 39
Hawker Hurricane 22, 23
Hawker Siddeley P.1127 36
Heinkel, Ernst 24
Heinkel He-111 26
Hélicoptères 8, 36, 39, 42-43
- Bell Model 47 43
- CH-47 Chinook 43
- Comanche 43
- Focke-Achgelis Fa 266 43
- Focke-Wulf Fw 61 43
- Hughes 500-D 42
- Sikorsky S-61 (Sea King) 43
- Sikorsky XR-4 43
Hitler, Adolf 23
- parti nazi 23
Ho Chi Minh 36
Hong Kong 35
Hussein, Saddam 39
Hydravion 20
- à coque 19, 20-21
- à flotteurs 17, 20-21
Icare 8
Ilyoushine Il-86 35
Irak 37, 39, 40
Irlande 17
Israël 36, 37
Italie 14, 23
Japon 23, 27
- Hiroshima 27
- Nagasaki 27
Johnson, Amy 17
Jordanie 37
Junkers Ju-88 26
KC-135 Stratotanker 31
Kennedy, Président John. F. 31
Kosovo 39
Khrouchtchev, Nikita 31
Kippour, guerre du 37
Koweït 39
Lanceurs spatiaux 41
Langley, Samuel 12
Ligne, avions de voir Commerciaux
Lilienthal, Otto 12
Lindbergh, Charles 16-17
Lockheed C-130 Hercules 36
Lockheed Constellation 28
Lockheed L-1011 TriStar 35
Lockheed Martin F-117 Nighthawk 39
Lockheed P-80 Shooting Star 25
Lockheed SR-71 Blackbird 31
Lockheed U-2 30
Luftwaffe 22
Malouines, îles 37
Mannock, Edward 15
McDonnell Douglas D-11 34
McDonnell Douglas DC-10 34, 35
McDonnell F-4 Phantom 36, 37
Messerschmitt Bf 109 23
Messerschmitt Me-262 24
MiG-15 25
MiG-17 36
MiG-19 36, 37
MiG-21 37
Militaires, avions 14, 19, 21, 22-23, 24, 25, 26-27, 28, 29, 31, 32, 33, 36, 37, 38, 39, 40
- Avro Lancaster 27
- B-17 Flying Fortress 26, 27
- B-29 Superfortress 27
- Stratofortress 31
- Consolidated PBY Catalina 21
- Dassault Mirage 37
- Dornier Do-17 26
- Douglas A-4 Skyhawk 36
- Enola Gay 27
- F/A-18 Hornet 39
- F-100 Super Sabre 33
- F-117s 39
- F22 Raptor 40
- F-35 40
- F-86 Sabre 33
- Focke-Wulf 190 23
- Fokker Dr. 1 14, 15
- Gotha GvB 14
- Grumman Panther 25
- Handley Page 0/100 14
- Harrier 36, 37, 39
- Hawker Hurricane 22, 23
- Hawker Siddeley P.1127 36
- Heinkel He-111 26
- Junkers Ju-88 26
- Lockheed Martin F-117 Nighthawk 39
- Lockheed P-80 Shooting Star 25
- McDonnell F-4 Phantom 36, 37
- Messerschmitt Bf 109 23
- Messerschmitt Me-262 24
- MiG-15 25
- MiG-17 36
- MiG-19 36, 37
- MiG-21 37
- Mitsubishi Zéro 23
- Northrop-Grumman B-2 furtif 39
- Northrop-Grumman X-47 Pegasus 40
- P-51 Mustang 23
- Republic F-84 Thunderjet 25
- Richthofen, Baron Manfred von (Le Baron Rouge) 14
- cirque volant von Richthofen 14
Royal Air Force (RAF) 7, 22, 30
Royal Flying Corps 15
Russie voir aussi URSS 14, 23
- Wellington 27
- Yak-15 25
- Lockheed SR-71 Blackbird 31
- Lockheed U-2 30
- Douglas C-47 28
- Douglas R4D 28
- Hercules 36
Mitsubishi Zéro 23
Montgolfières 8, 9, 11, 12, 33
Monoplans
- Blériot XI 13
- Lockheed Vega 17
- Spirit of St. Louis 16
Montgolfier frères 8, 9
- Etienne 8
- Joseph 8
Moteurs
- Diesel 11
- à combustion interne 10
- à essence 12
- fusée 32, 41
- à pistons 24, 28, 29
- statoréacteurs (hypersoniques) 41
- turboéjecteurs 24-25, 28, 32, 33, 34, 35, 38, 41
- turbosoufflantes (double flux) 25, 38
- à vapeur 10
NASA 41
Nations unies 25, 39
Navettes spatiales 41
Northrop-Grumman B-2 Stealth Bomber 39
Northrop-Grumman X-47 Pegasus 40
Ohain, Hans von 24
Ornithoptères 8
Ovington, Earl 18
P-51 Mustang 23
Parachute 8
Pacifique, océan 17, 19, 23
Pilâtre de Rozier, François 8
Planeurs 12
Pologne 23, 30
Porte-avions 36, 37, 39, 40
Poste aérienne 18-19, 35
Post, Wiley 17
Pour-le-Mérite, médaille 14
Powers, Gary 30
Première Guerre mondiale 14-15, 16, 17, 19
Radar 23, 39
Ravitailleurs, avions voir Citernes
Reconnaissance 14, 15, 21, 40
Republic F-84 Thunderjet 25
Richthofen, Baron Manfred von (Le Baron Rouge) 14
- cirque volant von Richthofen 14
Royal Air Force (RAF) 7, 22, 30
Royal Flying Corps 15
Russie voir aussi URSS 14, 23
Santos-Dumont, Alberto 10, 13
- 14-bis 13
Schneider, Coupe 20
Seconde Guerre mondiale 11, 18, 21, 22-23, 24, 25, 26-27, 28, 30, 36, 43
- Bataille d'Angleterre 22, 23
- Blitz 26
- Pearl Harbor 23
Short Classe C Empire (hydravion) 21
Sikorsky, Igor 43
Six Jours, guerre des (Israël) 36, 37
Son, mur du 32, 33
Sopwith Camel 14
Station spatiale internationale 41
Sud, Amérique du 19, 37
- Argentine 37
- Brésil 11
Supermarine Spitfire 20
Supersoniques avions 32-33, 41
SST (avion de transport supersonique) 32-33
Syrie 37
Tchécoslovaquie 30
Transport, avions de 21, 28, 30, 35, 36
Tupolev Tu-144 33
Tupolev Tu-16 31
Turquie 14
US Air Force (USAF) 27, 29, 30
US Army 17, 18
US Navy 20, 21, 43
URSS (Union Soviétique) 25, 30, 31, 33, 35
Vickers Vimy 17
Vietnam, Nord 36
Vietnam, Sud 36
Vietnam, guerre du 36-37, 43
Vulcan 37
Wellington 27
Whitten Brown, Arthur 17
Whittle, Frank 24
Wright frères 12, 13
- Orville 12
- Wilbur 12
X-15 41
X-33 Venture Star (Lockheed) 41
X-43 (Hyper X) 41
X, avions 33
Yak-15 25
Yougoslavie 38, 39
Zeppelin, Comte Ferdinand von 10, 11

DISCARDED



Bibliothèque Publique
Ottawa
Public Library

ENTREZ DANS...

LES AVIONS



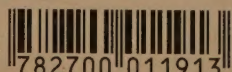
Dans la même collection :

LES ROMAINS
LES GRECS
LE MOYEN ÂGE
FORTS ET CHÂTEAUX
L'ESPACE
LES INDIENS
LA PLANÈTE TERRE
LES CHEVALIERS

COMMENT ON VIVAIT À ROME
COMMENT ON VIVAIT EN ÉGYPTE
COMMENT ON VIVAIT EN GRÈCE
COMMENT ON VIVAIT AU MOYEN ÂGE
COMMENT ON VIVAIT CHEZ LES MAYAS,
AZTÈQUES ET INCAS
COMMENT ON VIVAIT CHEZ LES CELTES
LES QUATRE SAISONS DE LA NATURE
LA PRÉHISTOIRE
LE MONDE ARABOMUSULMAN



2-7000-1191-0



9 782700 011913

T2-DWA-722

